

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TUZU AZALTILMIŞ TAVUK ETİ MİYOFİBRİLAR PROTEİN
JELLERİNİN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE POTASYUM KLORÜR
VE KARRAJENANIN ETKİSİ**

Tuğba ÜVER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

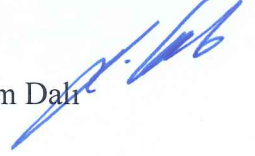
**ANKARA
2015**

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Tuğba ÜVER tarafından hazırlanan “**Tuzu Azaltılmış Tavuk Eti Miyofibrilar Protein Jellerinin Bazı Özellikleri Üzerine Potasyum Klorür ve Karrajenanın Etkisi**” adlı tez çalışması 10/11/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. Halil VURAL
Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. Ayla SOYER
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim DEMİR
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

10/11/2015

Tuğba ÜVER

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TUZU AZALTILMIŞ TAVUK ETİ MİYOFİBRİLAR PROTEİN JELLERİNİN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE POTASYUM KlorÜR VE KARRAJENANIN ETKİSİ

Tuğba ÜVER

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

Tuzu azaltılmış tavuk eti miyofibrilar protein jellerinde tuzun (NaCl) yerine potasyum klorür (KCl) ikamesinin ve yapının iyileştirilmesi amacıyla karrajenan ilavesinin bazı fizikokimyasal ve yapısal özellikler üzerine etkileri model bir çalışmayla incelenmiştir. Tavuk göğüs etlerinden miyofibrilar proteinler ekstrakte edilerek 6 grup protein jeli elde edilmiştir: 1) miyofibrilar protein ekstraktı (MPE) jeli (KONT), 2) MPE'ye %0.5 karrajenan ilaveli jel (KAR), 3) MPE'ye %1.5 NaCl+%1.5 KCl ilaveli jel (NaCl+KCl), 4) MPE'ye %1.5 NaCl+%1.5 KCl+%0.5 karrajenan ilaveli jel (NaCl+KCl+KAR), 5) MPE'ye %3.0 NaCl ilaveli jel (NaCl) ve 6) MPE'ye %3.0 NaCl+%0.5 karrajenan ilaveli jel (NaCl+KAR). Bu 6 grup jelde, kimyasal bileşim (nem, protein, yağ ve kül içerikleri), pH değeri, reometre ile dinamik reolojik özellikler (G': depolama modülü ve G'': kayıp modülü), su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, tekstür profil analizi ve Sodyum Dodesil Sülfat Jel Elektrofrezisi (SDS-PAGE) ile protein profilindeki değişimler belirlenmiştir. NaCl ve karrajenan kullanılan gruplarda daha viskoelastik ve sıkı jeller elde edilmiştir. Su tutma kapasitesinin tuz ve karrajenan eklenmesi sonucunda yükseldiği saptanmıştır ($p<0.05$). Pişirme kaybı tuz ve karrajenan ilavesiyle düşüş göstermiştir. Yapılan tekstür profil analizinde, tuzun, karrajenanın sertlik ve jel gücü özelliği üzerine yaptığı etkiyi azalttığı ve NaCl ve/veya KCl kullanım oranının sertlik ve jel gücü değerleri açısından önemli olmadığı gözlenmiştir. SDS-PAGE analizinde karrajenan içeren gruplarda protein-karrajenan etkileşimi sonucunda miyosin ve aktin proteinlerine ait bant yoğunluğunda artış belirlenmiştir. Tavuk eti miyofibrilar protein jellerinde gerçekleştirilen bu model çalışmadan elde edilen veriler göz önünde bulundurulduğunda tuz oranı azaltılmış işlenmiş tavuk eti ürünlerinde yapısal özellikleri geliştirmede etkili olan kappa-karrajenanla birlikte NaCl ikamesi olarak 1/1 oranında KCl kullanımı uygun bulunmuştur.

Aralık 2015, 62 sayfa

Anahtar Kelimeler: Tavuk eti, miyofibrilar protein jelleri, sodium klorür, karrajenan, potasyum klorür

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECT OF CARRAGEENAN AND POTASSIUM CHLORIDE ON SOME CHARACTERISTICS REDUCED-SALT CHICKEN MEAT MYOFIBRILLAR PROTEIN GELS

Tuğba ÜVER

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

The effects of partial replacement of salt (NaCl) with the potassium chloride (KCl) and addition of carrageenan on the physicochemical and textural properties of chicken meat myofibrillar protein gels were evaluated in a model study. The myofibrillar proteins were extracted from the chicken breast meats and 6 groups of protein gels were prepared: 1) myofibrillar protein extract gel (KONT), 2) the gel prepared with the addition of 0.5% carrageenan (KAR), 3) the gel prepared with the addition of 1.5% NaCl +1.5% KCl (NaCl+KCl), 4) the gel prepared with the addition of 1.5% NaCl+1.5% KCl + 0.5% carrageenan (NaCl+KCl+KAR), 5) the gel prepared with the addition of 3.0% NaCl (NaCl) and 6) the gel prepared with the addition of 3.0% NaCl+0.5% carragenan (NaCl+KAR). Proximate composition (moisture, protein, fat, and ash contents), pH value, dynamic rheological properties (G' : storage module, and G'' : loss module) with rheometer, water holding capacity, cooking loss, hardness and gel strength with texture profile analysis, and changes of myofibrillar protein profile with Sodium Dodecyl Sulfate Gel Electrophoresis (SDS-PAGE) were determined. Addition of salt and carrageenan caused more viscoelastic and compact gel formation. Water holding capacity showed increases ($p<0.05$) while cooking loss decreased ($p<0.05$) with the addition of carrageenan and salt. It was observed that salt decreased carrageenan effects on the gel strength and hardness properties. Additionally, the chemical structure or addition levels of salt did not significantly affect the gel strength and hardness properties ($p<0.05$). In the SDS-PAGE profiles of proteins, an increase in the intensity of myosin and actin bands were observed with the addition of carrageenan due to the interaction between proteins and carrageenan. The results from the current study suggest that NaCl can be used with partially replacement with 1/1 KCl and the kappa-carrageenan improves characteristics of myofibrillar protein gels of chicken meat.

December 2015, 62 pages

Key Words: Chicken meat, myofibrillar protein gels, sodium chloride, carrageenan, potassium chloride

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın yürütülmesi sırasında sahip olduğu bilgisini, tecrübesini esirgemeyen ve hoşgörüsü ile bana sadece tezimde değil her konuda yol gösteren çok değerli danışmanım Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü) öncelikli olarak teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmamda ilgi ve yardımlarını gördüğüm Prof. Dr. Barbaros ÖZER'e (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölüm Başkanı), Yrd. Doç. Dr. Umut YÜCEL'e (Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü), Araş. Gör. Emine ÇARKCIOĞLU'na (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü), Araş. Gör. Sevil ÇIKRIKCI'ya (Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü) ve Araş. Gör. Elif Ayşe ANLI'ya (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü) sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca yanımda olup benden desteğini ve sevgisini hiç esirgemeyen sevgili annem Seher ÜVER'e, babam Ramazan ÜVER'e ve ağabeyim Tolga ÜVER'e en derin duygularla çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından desteklenmiştir.

Tuğba ÜVER
Ankara, Aralık 2015

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	4
2.1 Kas Dokusu Proteinleri.....	5
2.2 Et Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri.....	7
2.2.1 Su bağlama ve şişme.....	7
2.2.2 Çözünürlük.....	8
2.2.3 Su tutma kapasitesi.....	9
2.2.4 Jelleşme.....	9
2.2.5 Emülsiyon oluşturma.....	12
2.3 Et Ürünlerinde Tuzun Kullanımı.....	12
2.3.1 Tuzun zararlı etkileri.....	13
2.3.2 Tuzu azaltma çalışmaları.....	14
2.4 Potasyum Klorür.....	24
2.5 Hidrokolloidler.....	24
2.5.1 Karrajenan.....	25
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	28
3.1 Materyal.....	28
3.2 Yöntem.....	28
3.2.1 Örnek Hazırlama.....	28
3.2.2 Dinamik reolojik özellikler.....	29
3.2.3 Jellerin hazırlanması.....	29
3.2.4 Nem içeriği.....	30
3.2.5 Yağ içeriği.....	30
3.2.6 Protein içeriği.....	30
3.2.7 Kül içeriği.....	30
3.2.8 pH değeri.....	31
3.2.9 Su tutma kapasitesi.....	31
3.2.10 Pişirme kaybı.....	31
3.2.11 Tekstür profil analizi.....	31
3.2.12 Sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi	32
3.2.13 İstatistiksel analiz.....	32
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	33
4.1 Miyofibrilar Protein Ekstraktlarının Dinamik Reolojik Özellikleri.....	33
4.2 Miyofibrilar Protein Jellerinin Kimyasal Bileşimi.....	35
4.3 pH Değeri.....	37
4.4 Su Tutma Kapasitesi.....	39
4.5 Pişirme Kaybı.....	41

4.6 Tekstür Profil Analizi.....	44
4.7 SDS-PAGE Analizi.....	48
5.TARTIŞMA ve SONUÇ.....	51
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	62

SİMGELER DİZİNİ

CaCl ₂	Kalsiyum Klorür
KCl	Potasyum Klorür
MgCl ₂	Magnezyum Klorür
NaCl	Sodyum Klorür

Kısaltmalar

pI	İzoelektronik Nokta
SDS-PAGE	Sodyum Dodesil Sülfat-Poliakrilamid Jel Elektroforezi
MPE	Miyofibrilar Protein Ekstraktı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Türkiye'de yıllara göre kesilen tavuk sayısı ve tavuk eti üretim miktarı.....	4
Şekil 2.2 Miyosin tarafından oluşturulan protein jel ağı.....	11
Şekil 2.3 Kappa, iota ve lambda karrajenanın kimyasal yapısı.....	26
Şekil 4.1 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup ekstraktın depolama modülü (G') değerleri.....	34
Şekil 4.2 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup ekstraktın kayıp modülü (G'') değerleri.....	34
Şekil 4.3 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup ekstrakt ve jelin pH değerleri.....	39
Şekil 4.4 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin su tutma kapasitesi oranları.....	40
Şekil 4.5 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin pişirme kaybı oranları.....	43
Şekil 4.6 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin sertlik değerleri.....	45
Şekil 4.7 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin jel gücü değerleri.....	46
Şekil 4.8 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup miyofibrilar protein jelinin SDS-PAGE profili.....	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 NaCl'ün kimyasal ve fiziksel özellikleri	13
Çizelge 3.1 Çalışmada oluşturulan grupların NaCl, KCl ve karrajenan içerikleri.....	29
Çizelge 4.1 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin kimyasal bileşim oranları.....	36
Çizelge 4.2 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup ekstrakt ve jelin pH değerleri	38
Çizelge 4.3 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin su tutma kapasitesi oranları.....	40
Çizelge 4.4. Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin pişirme kaybı oranları.....	42
Çizelge 4.5 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin sertlik değerleri.....	45
Çizelge 4.6 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin jel gücü değerleri.....	46

1. GİRİŞ

Tavuk eti ve ürünleri, yüksek besin değeri, hızlı ve ekonomik sağlanabilirliği gibi olumlu özelliklerinden dolayı yetersiz beslenmeye çözüm olabilecek alternatifler arasında görülmekte, üretimi ve tüketimi tüm dünyada günden güne artış gösteren popüler gıdalar arasında yer almaktadır (Patsias vd. 2008, Guerrero-Lagerrata ve Hui 2010).

Tavuk eti, yapısında yer alan elzem amino asitlerinden ötürü yüksek kalitede proteinleri ve elzem yağ asitlerini diğer etlere yakın oranlarda içerir. B grubu vitaminlerin ve başta demir olmak üzere mineral maddelerin de iyi bir kaynağıdır. Enerji değerinin düşük olması, liflerinin kısıllığından dolayı kolay çiğnenebilir ve kolay sindirilebilir olması nedeni ile tavuk etleri çocuk ve yaşlıların beslenmeleri dahil tüm yaş grupları için önem taşımaktadır (Patsias vd. 2008, Guerrero-Lagerrata ve Hui 2010).

Bu nedenlerle tavukçuluğun tarım ve hayvancılık faaliyetleri içerisindeki önemi gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde tavuk eti üretimi, tüketicinin tavuk etinin önemi konusunda daha bilinçli hale gelmeye başlaması ve teknolojiye öneminin kavranmasıyla son yıllarda giderek artış göstermeye başlamış; 2002-2014 yılları arasında %172 oranında artarak, 2014 yılında 1 milyon 894 bin tona yükselmiştir (Anonim 2015).

Tüketicilerin beslenme ve sağlık konularına olan ilgisi, gıda endüstrisinin diğer dallarında olduğu gibi tavuk eti endüstrisini de insan sağlığı açısından son yıllarda oldukça gündemde olan fonksiyonel ürünler üretimine doğru yöneltmiştir. Fonksiyonel ileri işlenmiş ürünler içinde; yağ oranı azaltılmış ürünler, fonksiyonel katkı maddeleri ya da ingredienlerle zenginleştirilmiş ürünler ve sodyumu azaltılmış ürünler tüketicinin ilgisini çekmektedir (Ruusunen ve Puolanne 2005, Verma ve Banerjee 2012).

Son yıllarda yüksek oranda sodyum alımıyla hipertansiyon, kalp ve damar hastalıkları arasında bir ilişki olduğunun farkına varılmış ve sağlık açısından bilinçli tüketiciler tarafından düşük sodyum içerikli gıdalara olan talep, tüm dünya da araştırmacıları sodyum içeriğinin azaltılması çalışmalarına yöneltmiştir (Ruusunen ve Puolanne 2005, Verma ve Banerjee 2012). Sodyumun en önemli kaynağı sofraya tuzu olarak bilinen sodyum klorürdür ve genelde gıdalarda sodyumu azaltmaya yönelik uygulamalarda, doğrudan ürüne ilave edilen tuz miktarının azaltılması hedeflenir. Ancak tuz, et ürünlerinde lezzet ve mikrobiyel stabiliteye katkıda bulunmasının yanı sıra, et proteinleri üzerine etki ederek yapısal özelliklerin gelişmesinde önemli rol oynar. Ayrıca etin yapısında yer alan miyofibrillar proteinlerin çözünmesi için yüksek iyonik güce ihtiyaç duyulmaktadır (Ruusunen ve Puolanne 2005).

Bu konuda yapılan sınırlı çalışmalarda tuzun azaltılmasıyla birlikte ürünün yapısal özelliklerinin olumsuz etkilendiği bildirilmiştir (Ruusunen ve Puolanne 2005, Totosa ve Pérez-Chabela 2009). Et ürünlerinde tuz oranının azaltılmasıyla miyofibrillar proteinlerin çözünürlüğünde azalmalar olacağı, jel oluşturma özelliklerinde istenmeyen değişimler meydana geleceği için, bu durumda tüm et sisteminin yapısal ve fonksiyonel özellikleri olumsuz yönde etkilenir (Ruusunen ve Puolanne 2005).

Et ürünlerinde tuz içeriğinin azaltılmasından kaynaklanan bu sorunların ortadan kaldırılmasında en yaygın yaklaşımlardan biri, kısmen azaltılan sodyum klorürün yerine, ürün formülasyonuna tuz tadını veren potasyum klorür, kalsiyum klorür, magnezyum klorür gibi diğer klorür tuzlarının ilavesidir (Guardia vd. 2006). Yapılan çalışmalar, duyu kalite ve mikrobiyolojik stabilite açısından en uygun tuzun potasyum klorür olduğunu göstermiştir (Armenteros vd. 2009, Kızılkaya 2012, Ekmekçi 2012).

Ayrıca tuzu azaltılmış et sistemlerinde yapının geliştirilmesinde hidrokolloidlerin kullanımının önemli bir yaklaşım olduğu bilinmektedir (Cong-Gui vd. 2006, Totosa ve Pérez-Chabela 2009, Ma vd. 2013). Karrajenan, jel oluşturma ve ürün fonksiyonel özelliklerini iyileştirme özelliklerinden dolayı hidrokolloidler içinde et ürünlerinde en

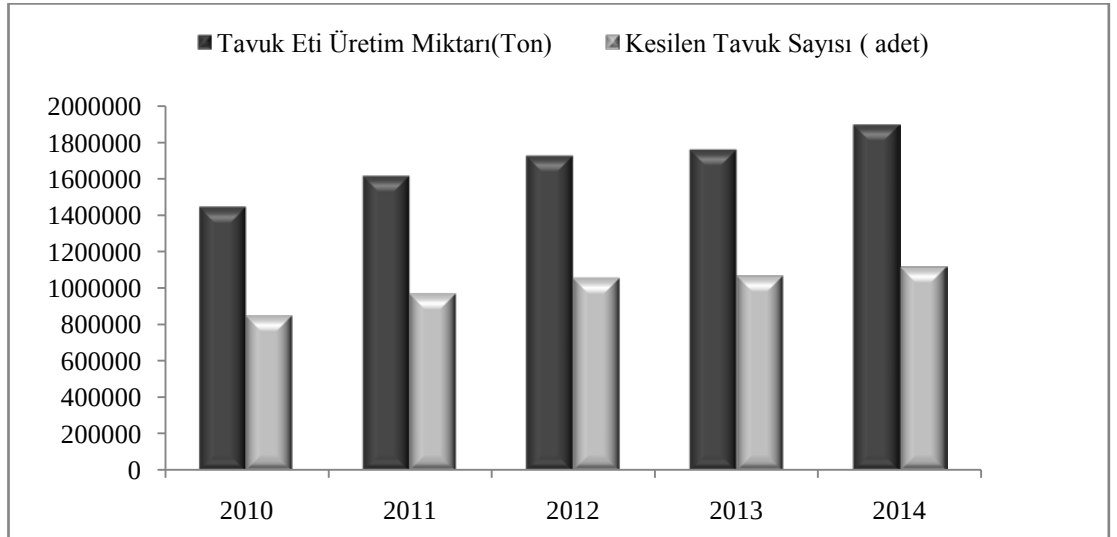
yaygın kullanılan katkı maddelerinden biridir (Defreitas vd. 1997; Candoğan ve Kolsarıcı 2003a,b, Ayadi vd. 2009, Ma vd. 2013).

Bu çalışmada, potasyum klorür ilave edilerek kısmen tuz oranı azaltılmış tavuk eti miyofibrilar protein jellerinin bazı fizikokimyasal ve yapısal özellikleri üzerine kappa-karrajenan ilavesinin etkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

Tavuk eti ve ürünleri, yüksek besin değeri ve düşük maliyeti nedeniyle ülkemizde olduğu gibi, üretimi ve tüketimi tüm dünya da günden güne artış gösteren, her yaş grubundan tüketiciler tarafından tercih edilen hayvansal kaynaklı gıdalardandır (Patsias vd. 2008, Guerrero-Lagerrata ve Hui 2010). 2013 yılı itibarıyla dünya tavuk eti üretim miktarı 84 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bu üretimin %20.2'si Amerika Birleşik Devletleri, %15.9'u Çin, %14.6'sı Brezilya ve %11.7'si Avrupa Birliği ülkelerine aittir (Çiçekgil 2014).

Ülkemizde de tavuk eti üretimi son yıllarda önemli ölçüde artış göstermiştir (Şekil 2.1). 2002 yılında yaklaşık 696 bin ton olan toplam tavuk eti üretimi 2014 yılında %172 oranında artış göstererek, 1 milyon 894 bin tona yükselmiştir. FAO 2013 verilerine göre Türkiye tavuk eti üretiminde dünya da 10., Avrupa'da ise 2. sırada yer almaktadır. Ülkemizin 2014 yılında 59 ülkeye tavuk eti ihraç olması kanatlı sektörünün en önemli başarılarından biri olarak görülmektedir (Anonim 2015).



Şekil 2.1 Türkiye'de yıllara göre kesilen tavuk sayısı ve tavuk eti üretim miktarları (Anonim 2015)

İnsanlar yaşam kalitesini yükseltme, ekonomik kazanç, yemek yapma ve yeme için ayrılan zamanı azaltma, yeni lezzetler arama gibi sebeplerle yeni ürün arayışına girmektedir. Ülkemizin tüketim toplumlarından biri olması nedeniyle halkımızda yenilik arayışı içinde yeni ürünlere açık haldedir. Hem damak tadına uygun hem de sağlıklı ürünlere ilgi giderek artmaktadır. Bu nedenle, besleme koşullarının modifiye edilmesi ya da farklı amaçlara yönelik ürün çeşitliliğinin artırılmasıyla çok çeşitli tavuk ürünleri ortaya çıkmıştır (Taş 2012).

Tavuk etinden elde edilen ürünlerin geliştirilmesi ve daha fonksiyonel hale getirilmesi için öncelikle tavuğun kimyasal yapısı dikkate alınmalıdır. Renk, gevreklik, lezzet gibi tüketiciyi doğrudan ilgilendiren özelliklerin kimyasal yapıyla birebir ilgili olduğu bilinmektedir (Patsias vd. 2008, Guerrero-Lagerrata ve Hui 2010). Tavuk eti, biyolojik değeri bakımından yumurta proteinlerinden sonra gelen en değerli et proteini özelliğine sahiptir. Beslenme açısından oldukça değerli olan et proteinleri, gerek taze ette ve gerekse ileri işlenmiş ürünlerde ürünün bazı fonksiyonel ve duyuşsal özellikleri üzerine de önemli etkiye sahiptir. Bu nedenle, tavuk etinin özellikleri incelenirken, proteinlerin özelliklerinin bilinmesi önem arz etmektedir (Patsias vd. 2008, Guerrero-Lagerrata ve Hui 2010).

2.1 Kas Dokusu Proteinleri

Proteinler ortalama %50-55 oranında karbon (C), %20-23 oranında oksijen (O), %12-19 oranında azot (N), %6-7 oranında hidrojen (H) ve %0.2-3.0 oranında kükürt (S) içeren ve ribozomlarda sentezlenen organik bileşiklerdir. Farklı sayı ve çeşitteki aminoasitlerin birbirlerine peptit bağlarıyla bağlanmalarıyla meydana gelmiş, polipeptit yapısındaki bileşiklerdir. Bazı proteinler aminoasitlerin yanında karbonhidrat, lipit, mineral madde ve renk maddeleri gibi diğer maddeleride yapılarında bulundurlar (Fennema 1996, Nakai ve Modler 1996, Sikorski 2001).

Taze etin %72-78 kadarı su ve %19-20 kadarı ise proteindir. Kas dokusu proteinleri, miyofibrilar (tuzda çözünen), sarkoplazmik (suda çözünen) ve bağ doku (çözünmeyen) proteinleri olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadırlar (Verbeken 2005). Bu protein grupları, farklı temel özelliklere ve et ürünlerinde farklı etkilere sahiptirler (Smith 1988).

Toplam kas proteinlerinin yaklaşık %50-55 kadarını miyofibrilar proteinler oluşturur. Miyofibriller, kas dokuda bulunan ve kas dokunun en önemli görevi olan kasılıp gevşemeyi sağlayan protein iplikçikleridir. Miyofibrilar proteinlerin büyük kısmını miyosin (%50-55) ve aktin (%20-25) proteinleri oluşturur. Bunun dışında α ve β -tropomiyosin (%5.0), troponin (%2.0), α ve β -aktinin(%3.0), titin (%8.0), nebulin (%3.0), C-protein (%1.5), β -actinin (%1.1), X-protein (%0.2), H-protein (%0.18), desmin (%0.18), M-protein (%0.15) ve paratropomiyosin (%0.15) miyofibrilar proteinlerin yapısını oluşturmaktadırlar (Zayas 1997).

Miyofilamentler, aktin proteininden (izoelektrik pH 4.7) oluşan ve nebulin filamentleriyle sarmalanmış ince filamentler ile miyosin proteininden (izoelektrik pH 5.4) oluşan ve titin filamentleriyle sarmalanmış kalın filamentlerden oluşur. Aktin ve miyosinden oluşan protein kompleksine "aktomiyosin" denir (Damodaran ve Paraf 1997). Aktin ve miyosin filamentleri çizgili kasta bir biri üzerinde kayma hareketiyle kasılmayı sağlamaktadır. Filamentler tekrar eden alt birimler şeklinde miyofibril boyunca yer alırlar. Bu bölgeye sarkomer denir. Bir miyofibril sarkomerik alt birimleri, bir sonraki miyofibrilinkilerle hizalıdır. Bundan dolayı bu kaslar mikroskop altında çizgili görünürler. Kas hücresi, hücrenin uzun ekseninde birbirine paralel olarak giden miyofibrillerle doludur ve hücre zarı ile çevrilidir (Zayas 1997, Sikorski 2001).

Toplam kas proteinlerinin %30-35 kadarını farklı fizikokimyasal özelliklere sahip olan sarkoplazmik proteinler oluşturur. Bulundukları yere göre miyojen, globulin, miyoglobulin, hemoglobin, sitokrom olarak adlandırılırlar. Bu proteinler myofibrilleri sarar ve aralarını doldurur. Çekirdek, mitokondrial, mikrosomal ve stoplazmik olarak 4 gruba ayrılmaktadır. Bu gruplar santrifüjdeki çökme hızlarına göre belirlenmiştir. Sarkoplazmik proteinler suda ve tuz çözeltilerinde kolayca çözünebilmektedir. Bu

çözünme özellikleri üzerinde yüksek izoelektriksel pH, düşük molekül ağırlığı ve küresel yapıları etkilidir (Haard vd. 1994, Sikorski 2001).

Et proteinlerinin %10-15'lik kısmını ise bağ (destek) dokusu proteinleri oluşturmaktadır. Kas tellerini saran çok ince bir zar tabakası halindedirler, suda ya da tuzlu çözeltilerde çözünmezler. Bu proteinler lipoproteinleri ve muko-proteinleri içerirler. Bunlar kollajen (%40-60), elastin(%10-20) ve retikulindir (Damodaran ve Paraf 1997,Sikorski 2001).

2.2 Et Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri

Proteinlerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri, proteinleri oluşturan amino asitlerin bileşimi, sıralanışı ve zincir yapılarından kaynaklanmaktadır. Protein molekülleri primer, sekonder, tersiyer ve quaterner olarak 4 farklı strüktür yapıda olabilirler. Yüzey gerilimi, dispersibilite, sülfidril grup oranı, molekül ağırlığı, konformasyonel stabilite, çözünürlük, çözünürlük/dispersibilite oranı ve assosiyasyon-dissosiyasyon, hidrofobite özellikleri proteinlerin fizikokimyasal özellikleri arasındadır. Proteinlerin fonksiyonel özellikleri ise, fizikokimyasal özelliklerin çevre şartlarından etkilenmesi ile oluşur (Zayas 1997, Gençcelep 2008).

Proteinler, hücrede ve canlı organizmanın organizasyonunda önemli çeşitli fonksiyonlar üstlenmişlerdir. Et proteinlerin önemli fonksiyonel özellikleri, su bağlama ve şişme, çözünürlük, su tutma kapasitesi, jelleşme ve emülsiyon oluşturma özellikleridir (Sikorski 2001).

2.2.1 Su bağlama ve şişme

Kaslardaki suyun çok büyük kısmı (%97'si) miyofibrilar proteinlerin özellikle de aktin ve miyosinin ince ve kalın filamentleri arasındaki boşluklarda bulunur. Miyofibrilar proteinlere bağlı olmayan kısım ise serbest formdadır. Suyun çok az bir kısmı da sarkoplazmik proteinlere ve bağ dokuya bağlıdır. Sarkoplazmik proteinlerin su bağlama özellikleri miyofibrilar proteinlere göre daha düşüktür. Proteinler suya matriks

içerisinde hidrojen bağları ile tutulmaktadır. Kas proteinlerinde tutulan suyun önemi, miktarının etin lezzeti, gevrekliği ve tekstürel yapısı üzerine etkili olmasından kaynaklanmaktadır. Proteinlerin su bağlamasında amino asit kompozisyonu, proteinin konformasyonu, yüzey polaritesi ve hidrofobitesi, iyon konsantrasyonu, iyon çeşitliliği, pH ve sıcaklık önem taşımaktadır. Bunlar arasında en etkili olan faktör ise pH değeridir. Amino asit içeriği yüksek olan proteinler daha fazla su bağlayabilmektedir. Proteinlerin suyu tutması, yapısındaki pozitif ve negatif yükler (polarite) ile bundan daha önemli olan kapillar etkilerden kaynaklanmaktadır. (Sikorski 2001, Toldra 2003).

2.2.2 Çözünürlük

Proteinler polar çözücülerde çözünebilmektedirler. Polar çözücüler; su, alkol, gliserin, formaldehit gibi çözücülerdir. Çözünürlük, çözeltinin pH'sından etkilenmekte ve izoelektrik pH'da en düşük seviyede olmaktadır. Et proteinlerinden sarkoplazmik proteinler düşük iyon gücüne sahip ortamlarda çözünürken, myofibrilar proteinlerin çözünebilmesi için iyon gücünün yüksek olması gerekir. Et ürünlerinde miyofibrilar proteinlerin çözünürlüğü için gereken yüksek iyon gücü, formülasyondaki tuz ile sağlanır. Elbette proteinin yapısı, pH değeri, sıcaklık gibi faktörler çözünürlüğü önemli ölçüde etkiler. Ancak, tuz ilavesi ve ilave edilen tuzun konsantrasyonuna bağlı olarak et proteinlerinin çözünürlüğü ve su tutma kapasitesi artar. Tuz net negatif yükü ve protein repulsiyonunu artırır, normal etin izoelektrik pH'sı daha düşük değerlere kayar, böylelikle su tutma kapasitesi artar. Ancak kullanılan tuz konsantrasyonu su tutma kapasitesi üzerine etkilidir (Hamm 1986, Nakai ve Modler 1996, Inyang ve Iduh 1996). Yüksek tuz konsantrasyonu et ürünlerindeki su aktivitesini düşürüp mikrobiyolojik kaliteyi korumada etkilidir. Ancak, belli bir oranın üzerindeki tuz miktarı su tutma kapasitesini düşürmekte, dolayısıyla üründe pişirme kaybını artırmaktadır. Bu nedenle et ürünlerinde kullanılacak tuz miktarı belirlenirken, mikrobiyel stabilite sağlayabilecek en düşük konsantrasyon tercih edilmeli ve istenmeyen sonuçların önlenmesi için, ürün gıda katkı maddeleriyle desteklenmelidir (Russunen ve Puolanne 2005). Uğuz vd. (2011), pastırmanın proses sırasındaki bazı kalite özellikleri üzerine farklı tuz içeriklerinin (%3, %6 ve %9) etkisini belirlemek üzere yaptıkları çalışmalarında %6 ve %9 tuz konsantrasyonuna sahip grupların mikrobiyel yükünün daha düşük olduğunu

saptamışlardır. Ancak proses sonunda yapılan incelemede %6 tuz konsantrasyonuna sahip grup ile %9 tuz konsantrasyonuna sahip olan grup arasında belirgin bir farklılık gözlenmemiştir.

2.2.3. Su tutma kapasitesi

Su tutma kapasitesi belirli koşullarda gıda maddesi tarafından tutulan su miktarıdır ve pH değerinden etkilenmektedir. Etin su tutma kapasitesi, peptit zincirinde eşit sayıda negatif ve pozitif yüklü grubun bulunduğu, yani net yükün sıfır olduğu izoelektrik pH'da (pH=5.0-5.2) su tutma kapasitesi en düşük düzeydedir. İzoelektrik pH'dan uzaklaştıkça yük dengesi değişir ve su tutma kapasitesinde artış olur. Protein yapısındaki pozitif ve negatif gruplar birbirine afinite gösterirler ve bu da proteinlerin suya karşı afinitesini azaltarak, proteinlerin suyu tutmasını engeller. Proteinlerin net yükü sıfıra yaklaştıkça miyofibrilar boşlukta azalma görülür ve su tutma kapasitesi düşer (Cabra vd. 2008).

2.2.4. Jelleşme

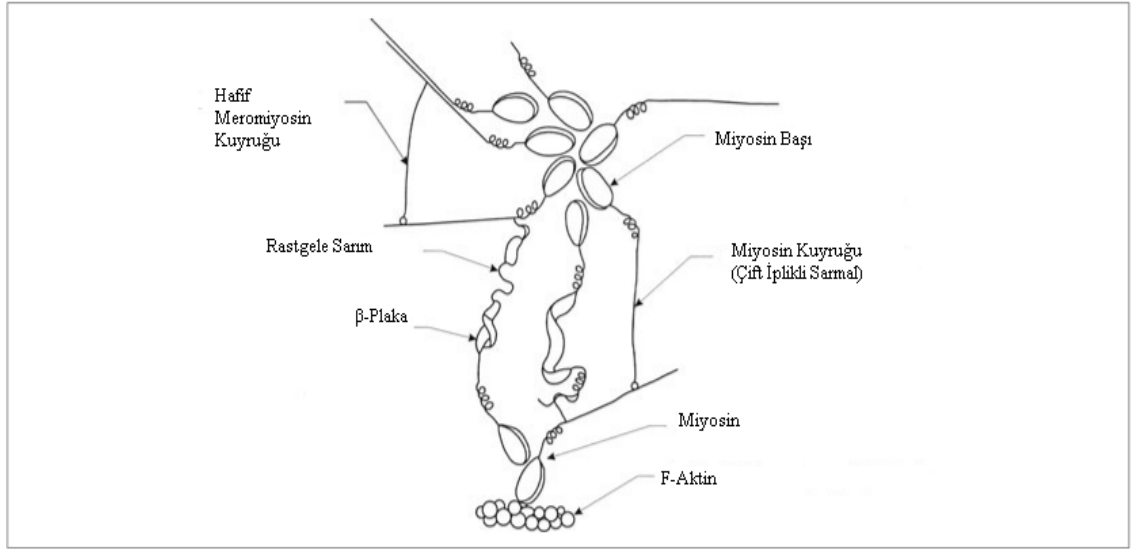
Proteinlerin jel oluşturma fonksiyonları, gıdaların tekstürel özellikleri üzerinde önemli bir faktördür. Proteinler; enzimatik yöntemlerle, hidrolitik yollarla, ısıl işlem ile ya da asit hidrolizi ile parçalanabilirler. Miyofibrilar proteinler, tuz ve suyun etkisi ile denatürasyona uğrayarak sol forma geçer. Sol haldeki proteinlerde, sıcaklık etkisiyle birbirine bağlanarak ya da peptit zincirinde meydana gelen değişimlerle 3 boyutlu ağ benzer bir yapı oluşturur. Bu yapı soğutulduğunda bir miktar suyu yapısında tutarak jel forma geçer. Jelleşmede ortam sıcaklığı, divalent iyonlar ve bazı enzimler etkilidir. Soğuk jelleşme, kısmen sıcak jelleşme ve sıcak jelleşme olmak üzere 3 farklı jelleşme yöntemi vardır. Soğuk jelleşme için ısıya ihtiyaç yoktur, buzdolabı sıcaklığında (0-4°C) veya oda sıcaklığında (22°C) yapılabilir. Denatürasyon süresi uzundur. Bu jelleşme yönteminde jel gücü, süreye ve jel ağ oluşumunda ki birincil hidrojen bağının tipine bağlıdır. Kısmen sıcak jelleşmede ise, proteine 40-50°C sıcaklık uygulanarak denatürasyon gerçekleştirilir. Jelleşme ısıl işlemle daha hızlı bir şekilde

gerçekleştirilebilmesine rağmen, bazı durumlarda soğuk jelleşme ya da kısmen sıcak jelleşme yönteminin tercih edilmesinin nedeni ısıl işlemin bazı gıdaların besinsel özelliklerini olumsuz etkilemesinden dolayıdır (Niwa 1992, Ikea ve Nishinari 2001).

Protein jelleri katı gibi davranmalarına rağmen sıvıların da birçok özelliğini göstermektedirler. Proteinler, gıdaların yapısal özelliklerinden sorumludur özellikle viskozite, su tutma kapasitesi, emülsiyon, köpük stabilizasyonu, çiğnenebilirlik, yumuşaklık, sertlik sağlama gibi amaçlar için proteinlerin fonksiyonel özelliklerinden yararlanılmaktadır (Zayas 1997).

Et ürünlerinde miyofibrillar proteinler sıcaklık etkisiyle kuvvetli bir jel yapısı oluştururken, sarkoplazmik ve stroma proteinlerin jelleşme özelliği ise çok düşüktür (McClements 2004). Yapılan çalışmalar miyosinin jel oluşturma özelliği ve ikincil yapısı arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Nötral pH'da temel yapı alfa-heliks iken, nötral pH'dan uzaklaştıkça yapıdaki alfa-heliks içeriği azalır ve daha düşük pH'larda beta-plaka oranı artar. Miyosin 15°C civarındaki sıcaklıklarda spontan olarak koagüle olur. pH 6.5-9.0'da ısıtmada, yüksek sıcaklıkla alfa-heliksler kısmen beta-plakalara ve rastgele sarıma dönüşür. Miyosin 38°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda jel oluşturmaya başlar (Şekil 2.2) (Liu vd. 2008, Sun ve Holley 2010).

Jelleşmede; sıcaklık, protein konsantrasyonu ve hidrofobitesi, pH, tuz konsantrasyonu, Ca^{+2} konsantrasyonu ve serbest sülfidril konsantrasyonu etkilidir. Protein konsantrasyonu arttıkça jel gücü artar. Et ürünlerinde jelleşmede istenen tekstürel sertlik ve elastik özellikler pH değeri 6.0-6.5 olduğunda elde edilmektedir. Daha düşük pH'larda jel oluşumunda et ürünlerinde yumuşak tekstür ve düşük su bağlama özellikleri görülmektedir. Çünkü et ürünlerinin izoelektrik noktasında proteinler iyi çözünmemektedir (Kinsella 1982, Sikorski 2001).



Şekil 2.2 Miyosin tarafından oluşturulan protein jel ağı (Sun ve Holley 2010)

Proteinler hidrokolloidler ile kuvvetli jeller oluştururlar ve bu 3 boyutlu ağı benzer viskoelastik jel yapısından miyofibrilar proteinler, özellikle de yapısında bulunan aktin ve myosin sorumludur. Ancak, polisakkaritler et proteini jellerinin özelliklerini her zaman geliştirmezler (Westphalen vd. 2005). Örneğin ksantan gaminin 45°C üstündeki sıcaklıklarda tavuk etinden elde edilen tuzda çözünür proteinlerin jelleşmesini inhibe ettiği ve jel yapının aljinat varlığında daha zayıf olduğu gözlenmiştir (Xiong ve Blanchard 1993). Dana etinden elde edilen jellerde kappa-karrajenan ilavesiyle, sertlik ve gevreklik değerlerinde artış gözlemlenirken, elastikiyet ve yapışkanlık özelliklerinde gelişme görülmemiştir. Ayrıca polisakkaritlerin birbirleriyle etkileşime girerek jellerin özelliklerine olan etkilerinin artırılabilirliği görülmüştür. Yumurta proteini (albumin) ve kappa-karrajenanın birlikte kullanımının en yüksek sertlik, çiğnenebilirlik ve gevreklik değerlerini verdiği tespit edilmiştir (Pietrasik 2003).

Jelleşme özellikleri üzerine et türü, kas tipi, protein konsantrasyonu, kullanılan miyofibrilar proteinin fraksiyonu, proses koşulları, pH, iyonik güç, basınç, ısıtma hızı ve sıcaklık etki göstermektedir. Bu etkenlerdeki değişiklikler proteinlerin jelleşme özellikleri üzerinde farklılıklara sebep olmaktadır (Sun ve Holley 2010).

2.2.5 Emülsiyon oluşturma

Emülsiyonlar, normal şartlarda birbiriyle karışmayan iki sıvının birbiri içinde dağılmasından oluşmuş homojen görünümlü, kolloidal süspanse haldeki heterojen sistemlerdir. Karışımın kesikli ya da dağılan faz dağılmış damlacıkları yani yağ globüllerini içeren kısım, diğer kısım ise dış fazı yani sürekli fazıdır (Fellows 2000, McClements 2004).

Emülsifiye et ürünü ise, evcil tırnaklı hayvan etlerinden veya kanatlı hayvan etlerinden emülsiyon teknolojisi (et proteinleri ve emülgatörler vasıtasıyla su ve hayvansal yağın homojen bir şekilde bir arada tutulduğu sistem) uygulanarak elde edilen hamurun doğal ya da yapay kılıflara doldurulup ısıtma işlemi uygulanmış sosis, salam gibi et ürünleridir (Anonim 2012).

Et emülsiyonları yağ/su emülsiyonlarıdır. Sürekli faz su ve suda eriyebilen bileşikler, dağılan faz ise yağdır. Emülsifiye edici ayıraç ise özellikle tuzda çözünen miyofibrillar proteinler ve suda çözünen sarkoplazmik proteinlerdir. Bağ doku proteinlerinin emülsiyon oluşturma etkisi yoktur. Miyofibrillar proteinlerin emülsiyon kapasitesi, sarkoplazmik proteinlere göre daha yüksektir (Damodaran 1994, Zayas 1997, McClements 2004, Marchetti vd. 2013).

2.3 Et Ürünlerinde Tuzun Kullanımı

Türk Gıda Kodeksi Tuz Tebliği'nde (Tebliğ No:2007/53) yer alan tanıma göre; sofraya tuzu temel maddesi sodyum klorür (NaCl) olan ve ham tuzdan tüketime uygun nitelikte üretilen tuzlardır. Tuz gıdalarda doğal olarak bulunabildiği gibi göllerden, denizlerden ve kayalardan saf olarak da elde edilir. Tuzun 1 gramında 393mg sodyum bulunur. Bir büyük çay kaşığı tuzun içinde yaklaşık 2300mg sodyum bulunur. Tuz, kolayca ufalanabilen, kokusuz, suda eriyen bir maddedir. Tuzun başlıca kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 2.1'de verilmektedir. Tuzun suda erime miktarı sıcaklık ile değişmektedir. Buna göre, 0°C'de 100g suda 35g tuz eriyerek doymuş tuzlu su

oluştururken, 100°C'de bu miktar 39.8g olmaktadır (Alp vd. 1995, Anonim 2008, Anonim 2011).

Çizelge 2.1 NaCl'ün kimyasal ve fiziksel özellikleri (Alp vd. 1995)

Kimyasal Özellikleri		Fiziksel Özellikleri	
Formülü	NaCl	Özgül ağırlığı	2.1-2.55 g/cm ³
Bileşimi	%39.34 Na %60.66 Cl	Sertlik	2.5
		Ergime Noktası	800.8°C
Molekül Ağırlığı	58.454	Kaynama Noktası	1412.0°C

Tuz, et ürünlerinin lezzeti açısından önem taşıyan bir maddedir. Ayrıca, mikrobiyel stabiliteye katkıda bulunur. Mikrobiyolojik ve enzimatik faaliyetler sonucu oluşabilecek bozulmalara karşı koruyucu etkisi vardır. Suyu absorbe ederek, gıdanın su aktivitesini düşürür, patojen mikroorganizmaların gelişimini engeller. Suda bulunan oksijen miktarını düşürerek, aerob bakterilerin üremesini engelleyici etkiye sahiptir (Ruusunen ve Puolanne 2005).

Tuz, et proteinleri üzerine etki ederek yapısal ve fonksiyonel özelliklerin gelişmesinde önemli rol oynar. Etin yapısında yer alan miyofibrilar proteinlerin çözünmesi için yüksek iyonik güce ihtiyaç duyulmaktadır. Tuz ilavesi protein molekülleri arasındaki elektrostatik etkiyi azaltmakta ve proteinlerin ekstrakte olabilirliği, çözünabilirliği ve su tutması artmaktadır. Sodyum organizmada sıvı dengesinin sağlanmasında ve kan basıncının düzenlenmesinde rol oynamaktadır (Hamm 1986, Ruusunen ve Puolanne 2005, Totosaus ve Pérez-Chabela 2009).

2.3.1 Tuzun zararlı etkileri

Son yıllarda özellikle gelişmiş ülkelerde ve ülkemizde, insanların yaşam kalitesinin düşmesine ve günden güne sayısı hızla artan ölümlere sebep olan kronik hastalıkların

önlenmesi amacıyla yapılan çalışmalar hızla artmaktadır. Beslenme bilgi, tutum ve davranışlarını olumlu yönde değiştirecek her türlü faaliyet bu önlemlerin kapsamı altındadır (Anonim 2011).

İnsan diyetinde aşırı tuz kullanımı birçok kronik hastalığın temelini oluşturur. Dünya da önlenbilir ölüm nedenleri içerisinde bir numaralı risk faktörü olan hipertansiyonun oluşumunda aşırı tuz tüketimi önemli bir etkidir. Fazla tuz tüketiminin neden olduğu yüksek kan basıncı kalp hastalıklarının önde gelen faktörüdür (Karppanen ve Mervaala 2006, Dickinson ve Havas 2007, He ve McGregor 2008).

Diyetle alınan fazla sodyum felç meydana gelme riskini artırır. Fazla tuz tüketimi idrarla kalsiyum atımını da artırır. Bu durum kemiklerden kalsiyum kaybının artışına neden olarak osteoporoz ve kemiklerin kırılma riskini artırır. Tuz tüketimi mide kanseri oluşumunda önemli bir oluşturuç faktör olabilir. Tuz yüklemesi primer böbrek hastalığı olmayan bireylerde albuminüriyi ve böbrek hastalığı olanlarda albumin ve protein atımını arttırmaktadır (Ruusunen ve Puolanne 2005, Cutler ve Roccella 2006, Cook vd. 2007, Anonim 2011, Kristal 2011, Verma ve Banerjee 2012).

2.3.2 Tuzu azaltma çalışmaları

Yapılan bilimsel çalışmalar ülkemizde tuz tüketiminin Dünya Sağlık Örgütü' nün önerdiği değerin yaklaşık üç katı kadar olduğunu göstermiştir. Ülkemiz de dâhil birçok ülkede diyetle alınan sodyum miktarı tavsiye edilen maksimum miktarın (5-6g/gün) üzerindedir ve aşırı sodyum alımı genellikle işlenmiş gıdaların tüketimiyle olmaktadır (Ruusunen ve Puolanne 2005, Günel ve Günel 2010).

Diyetle alınan sodyum tüketiminin azaltılması için dünya da ve ülkemizde ulusal halk sağlığı politikaları hazırlanmıştır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), aşırı sodyum alımının hipertansiyona sebep olduğunu belirterek işlenmiş ve hazırlanmış tüm gıdaların sodyum miktarlarının azaltılması gerektiği yönünde bilinçlendirme programları yapmaktadır (Ruusunen ve Puolanne 2005, Anonim 2011, Verma ve Banerjee 2012). Ülkemizde de

halk sağlığının korunması ve hastalıkların oluşumunun önlenmesinde tuz tüketimin kademeli olarak önerilen seviyelere düşürölmesi için T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Beslenme ve Fiziksel Aktiviteler Daire Başkanlığı 2011 yılının Kasım ayında 2011-2015 yılları arasında sürececek Türkiye Aşırı Tuz Tüketiminin Azaltılması başlıklı ulusal bir program oluşturmuştur (Anonim 2011).

Bunlar genel olarak, proseslerde yapılan değişikliklerle işlem görmüş gıdaların tuz içeriğinin azaltılması, tüketicilerin tuzun aşırı tüketimi halinde verdiği zararlar hakkında eğitimi, gıda etiketlerinin tüketiciiyi bilinçlendirecek şekilde geliştirilmesi ve düşük sodyumlu gıda ürünlerinin yaygınlaştırılması şeklindedir. Yapılan çeşitli çalışmalarla 1g/gün diyetle tuz alımının azaltılması fellerde %5, kalp krizlerinde %3 azalma, diyetle tuz alımının 9g/gün azaltılmasının ise fellerde %34, kalp krizlerinde ise %24' lük bir azalma sağladığı saptanmıştır (Ruusunen ve Puolanne 2005, Cutler ve Roccella 2006, Cook vd. 2007, Anonim 2011, Verma ve Banerjee 2012).

Tüm gıda ürünlerinde olduğu gibi et ve et ürünlerinde de kullanılan tuz miktarının azaltılması nedeniyle ürünlerde meydana gelen eksikliklerin giderilmesi yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Ancak gıda endüstrisinde ürünlerin tuz miktarının azaltılarak yerine alternatif başka bir katkı maddesinin kullanılmasıyla ilgili çeşitli sorunlar bulunmaktadır. Bunlar, tuzun daha ekonomik ve kolay ulaşılabilen bir bileşen olması, tüketicilerin uzun yıllardır alışık oldukları damak tadını arzu etmeleri ve tuz yerine ikame edilebilecek alternatif bileşikler hakkında yeterince bilgi sahibi olmamaları nedeniyle ön yargılı olmalarıdır (Searby 2006).

Et ürünlerinde tuz içeriğinin azaltılmasıyla ortaya çıkan sorunlar; sodyum klorürün yerine, KCl, CaCl₂, MgCl₂ gibi diğer klorür tuzlarının maskeleye ajanlarıyla kombine halde kullanılmasıyla ortadan kaldırılabılır. Ayrıca bu amaçla tuzlu bir tada sahip olmayan ancak tuzla birlikte karışım halinde kullanıldığında tuz tadının etkinliğini artırarak arzu edilen lezzete ulaşılmasını sağlayan lezzet geliştiriciler de kullanılmaktadır. Tuzun fiziksel özelliklerinin iyileştirilerek biyoyararlılığının artırılması ve yeni proseslerin geliştirilmesi de sodyum miktarını azaltmaya yönelik

yapılan çalışmalardandır (Angus vd. 2005). Diğer bir çalışmada, NaCl kullanılarak üretilen “ham”ler ile içerdiği tuz miktarının %70'i NaCl ve %30'u KCl olan ve %70 NaCl+%30 MgCl₂ içeren “ham”ler karşılaştırılmış; duyuusal değerlendirilmede lezzet ve gevreklik özellikleri açısından farklılık görülmediği saptanmıştır (Collins 1997).

Toplam kullanılan tuz miktarının %25-40'ı oranında NaCl'nin, diğer tuzlarla ikame edilmesiyle tatta oluşan farklılık farkedilmeyecek düzeyde olmuştur. KCl kullanımıyla üründe tuzlu, asitli ve baharatlı tat algısı artmaktadır. Et ürünlerinde sodyum oranının azaltılması amacıyla tuz yerine, tuzlu bir tada sahip olan, antimikrobiyel ve antioksidatif özelliklere sahip lizin ve süksinik asitte kullanılmıştır. Ayrıca tuzun azaltılmasıyla azalan tuzlu tadı korumak amaçlı sodyum ve potasyum laktat da kullanılmaktadır (Price 1997). Pişirilmiş “ham”lerde tuz yerine kullanılan tuz miktarının %50'si oranında KCl ikamesi uygulanan çalışmada daha yüksek su tutma kapasitesi ve beğenilen duyuusal özellikler elde edilmiştir (Frye vd. 1986).

Ekmekçi (2012) yaptığı çalışmasında, sodyumu azaltılmış pastırma üretiminde potasyum klorür ve kalsiyum klorür kullanımının bazı kalite özellikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmadan elde edilen mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve kimyasal sonuçlar, pastırma üretiminde sodyum klorür yerine en uygun ikame maddesinin potasyum klorür olduğunu ortaya koymuştur. Bazı analizlerde, tuz içeriği %100 NaCl olan grup ve tuz miktarı %50 oranında azaltılmış grup arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmadığı tespit edilmiştir. Son ürün pH değeri açısından gruplar arası fark değerlendirildiğinde sadece NaCl içeren grup, sodyum klorür miktarı %50 azaltılmış grup ve içerdiği tuzda %50 NaCl ve %50 KCl kullanılmış grupların pH değerinin, %50 NaCl ve %50 CaCl₂ kullanılan grubun pH değerinden önemli ölçüde yüksek olduğu gözlenmiştir. Yapılan çalışmada, en yüksek su tutma kapasitesine tuzda %50 KCl ve %50 NaCl içeren grup sahip olmuştur. Tekstür profil analizinde, kontrol grubunun en yüksek sertlik ve çiğnenebilirlik özelliklerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Farklı çeşit ve miktarda tuz kullanımının ise elastikiyet ve bağlilik özellikleri üzerine etkisinin bulunmadığı saptanmıştır. Tuz miktarının %50 azaltıldığı grubun en yüksek yapışkanlık değerine sahip olduğu belirtilmiştir.

Et ürünlerinde kullanılan sodyum miktarının azaltılmasına yönelik yapılan çalışmalardan birinde; glisin ve potasyum laktat kullanılmıştır. Fermente sosisler üzerine yapılan çalışma sonucunda, kullanılan sodyum klorürün %40 oranında potasyum laktat veya glisin ile ikame edilmesinin mümkün olduğu tespit edilmiştir. Ancak, %40'ın üzerinde potasyum laktat kullanımının üründe istenmeyen oranda tatlılık algısı oluşturduğu tespit edilmiştir. Konuyla ilgili yapılan bir başka çalışmada ise Na^+ miktarı azaltılmış kuru kürlenmiş domuz loinlerinde ve fermente sosislerde potasyum klorür, potasyum laktat ve glisin kullanımının ürünlerin tekstürel yapısına olan etkileri incelenmiş ve NaCl'nin %60'a varan oranlarda KCl ile ikame edilmesiyle elastikiyet, sertlik, bağlanma, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik özelliklerinde önemli bir farklılık saptanmamıştır (Gou vd. 1996).

Ruusunen vd. (2001) "Bologna" tipi sosislerde yaptıkları çalışmalarında monosodyum glutamat veya ticari bir karışım olan "Ribotid" (inosin monofosfat+guanisin monofosfat karışımı) kullanıldığında lezzet yoğunluğunun arttığını belirlemişlerdir. Monosodyum glutamat içeren örneklerin algılanan tuzluluğununsa, "Ribotid" eklenmiş örneklerle göre daha fazla oranda olduğu ve monosodyum glutamat içeren sosislerin daha lezzetli oldukları tespit edilmiştir. Ruusunen vd. (2002) yaptıkları bir diğer çalışmada et ürünlerindeki sodyum miktarının azaltılması amacıyla fosfat kullanımını incelemişlerdir. Genellikle su tutma kapasitesi ve pişirme veriminin artırılması amacıyla kullanılan fosfatlar, proteinlerin su tutma kapasitelerinde belirgin bir artış meydana getirmiştir "Bologna" tipi sosisler ve pişirilmiş "ham"lerde fosfat kullanılmış ve et ürünlerinde kullanılması gereken tuz miktarı %1.0-1.4 olarak tespit edilmiştir. Sodyum miktarını azaltmak için sodyum fosfat yerine potasyum fosfat kullanılmaktadır. Fosfatların potasyum tuzları ve sodyum tuzları, su tutma kapasitesi, jelleşme özelliği ve iyonik güç bakımından aynı derecede etkilidir. Ruusunen vd. (2005) mineral tuz karışımlarının et ürünlerinde sodyum miktarının azaltılması için kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Piyasada ticari olarak bulunan tuz karışımları; Pansalt^R, Lo^R Salt, Saxa So-low Salt ve Morton Lite Salt^R'dir. Bunlardan en sık kullanılan Pansalt^R'nin Na^+ miktarı %50 oranında potasyum klorür, magnezyum sülfat ve esansiyel aminoasit olan L-lisin hidroklorür ile ikame edilmiştir. Karışımda kullanılan aminoasitin kullanım amacı; tuzluluk algısını artırmak, magnezyum ve potasyum tadını maskelemek ve

vücuttan potasyum atılımını artırmaktır. %50 ve %60 oranında kırmızı etle hazırlanan ve sodyum miktarı azaltılmış köftelerin kalite özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, değişen miktarlarda sodyum, yağ ve fosfat kullanılarak %0.04, %0.42, %0.8 tuz ve %10, %15, %20 oranında yağ içeren gruplar oluşturulmuştur. Üründe kullanılan et ve yağ miktarının tuzluluğun hissedilmesi üzerinde etkileri saptanmıştır. Buna göre, yağ oranı düştüğünde algılanan tuzlu tat artarken, et oranının artırılması durumunda algılanan tuzlulukta azalma meydana geldiği görülmüştür. Yağ miktarının üründe tuzlu tadın hissedilmesi üzerindeki etkisinin et miktarının etkisinden daha az olduğu belirlenmiştir. Pişirme kayıplarını azaltan, ürüne sertlik kazandıran fosfatın ise, tuzluluk üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Ruusunen vd. 2005).

Sodyum miktarını azaltmak için maya ekstraktları, laktat, monosodyum glutamat ve nükleotidler gibi tat maskeleyici ve lezzet artırıcı ajanlarda kullanılmaktadır. Bunlar boğaz ve ağızda kireseptörleri etkiler ve tuz miktarının düşürülmesinden kaynaklanan lezzet kaybını önler (Brandsma 2006). Domuz sosisinde yapılan bir çalışmada, ürünün içerdiği NaCl miktarı %75 oranında azaltılmış ve yerine piyasada ticari olarak bulunan IMP ve GMP ribonükleotidlerini içeren bir karışım olan Ribotid ile modifiye edilmiş KCl kullanılmıştır. Üründe monosodyum glutamat kullanılması ile modifiye edilmiş KCl miktarı %75'ten %50'ye düşürülmüştür (Pasin vd. 1989).

Adenozin 5'-monofosfat (AMP); şekerin tadını algılayan reseptör ve tat taşıyıcı protein olan gustducin aktivasyonunu engelleyerek tat-sinir stimülasyonunu da önlemekle görevlidir. Bir Amerikan firması (Linguagen Corp.) acı tadı bloke eden, adenozin 5'-monofosfat (AMP) içeren bir ürüne (Beta) patent koruma ve yasal onay almıştır. Bu ürün NaCl-KCl karışımlarının tadını iyileştirmekte etkilidir (McGregor 2004).

Fermente sosislerde NaCl yerine KCl, K-laktat ve glisin kullanılan bir çalışmada; duyuşal ve tekstürel yapı özellikleri incelenmiş ve sodyum klorür yerine ikame edilebilecek potasyum klorür miktarını %40, potasyum laktat miktarını %30 ve glisin miktarını %20 olarak belirlemişlerdir. NaCl yerine KCl, K-laktat ve glisinin %40 düzeyinde yapılan ikamelerinin patojenik mikroorganizmaları inhibe ettiği

belirlenmiştir. Ayrıca sodyum klorürün %40-70 oranında KCl+K-laktat veya K-laktat+glisin karışımlarıyla ikame edilmesiyle tat kusurlarının ve tekstürel yapıdaki olumsuzlukların daha düşük düzeylerde olduğu saptanmıştır (Gelabert vd. 2003).

NaCl yerine %0-%50 arasında değişen oranlarda KCl ve K-laktat kullanılarak hazırlanan sosis örneklerinde bazı duysal özellikler ve kabul edilebilirlik düzeyleri üzerine yapılan bir çalışmada; K-laktat miktarının artması ile pH, tatlılık, ürünün parçalanma miktarı ve hamursu yapı özelliklerde artma, tattaki keskinlik, sertlik, olgunlaşmış lezzet, asidik tat ve tuzlu tatta ise azalma olduğu görülmüştür. K-laktat ikamesiyle hazırlanan ürünler tüketici tarafından beğenilmezken, KC ile hazırlanan örneklerin duysal özelliklerinin kabul edilebilir olduğu saptanmıştır (Guardia vd. 2008). 15 g/kg sodyum klorür ve 39.7g/kg potasyum laktat kullanılarak üretilmiş kemikli “ham”lerle yapılan bir çalışmada; potasyum laktat ilavesinin fizikokimyasal ve duysal kalite özelliklerinde herhangi bir olumsuzluğa yol açmadığı ve mikrobiyel stabiliteyi artırdığı belirlenmiştir (Fulladosa vd. 2009).

NaCl'nin %70 oranında KCl ile ikame edilmesiyle üretilen kuru kürlenmiş domuz filetosu üzerinde yaptıkları çalışmada fizikokimyasal ve mikrobiyel parametreler incelenmiş ve yapılan analizler sonucunda % 70 KCl ikamesinin ürünün sertliğinin arttığını ve çiğnemenin zorlaştığını tespit etmişlerdir. Su aktivitesi, su içeriği, klorür miktarı, mikrobiyel sayımlar ve renk parametrelerinde ise önemli bir farklılığa rastlanmamıştır. Çalışmada %50 oranında bir KCl ikamesinin başarılı olabileceği bildirilmiştir (Aliño vd. 2009).

NaCl miktarı %25 ve %50 oranında azaltılarak yerine KCl kullanılan ve %1 ve %2 oranında maya ekstraktı ilave edilen fermente pişmiş sosisler üzerinde yapılan bir çalışmada, sosis üretim süreci takip edilmiştir. NaCl yerine KCl ikame edilmesinin; fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri önemli ölçüde etkilemediği, sertlik değerinin önemli ölçüde azaldığı, elastikiyet ve çiğnenebilirliğinin ise değişmediği görülmüştür. Ancak %50 oranında NaCl miktarı azaltılan fermente sosislerin duysal

özelliklerinin, %100 NaCl içeren gruba göre daha zayıf olduğu belirlenmiştir (Campagnol vd. 2011).

Kullanılan tuz miktarın da oransal olarak %100 NaCl, %85 NaCl+%15 KCl ve %70 NaCl+%30 KCl şeklinde 3 farklı grup, doğal ve kontrollü koşullarda olmak üzere 2 farklı üretim tekniği ile pastırma üretimi yapılan bir çalışmada bu uygulamaların bazı kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, hammaddede belirlenen Na^+ ve K^+ miktarının pastırma üretimi süresince artış gösterdiği, çemenleme işlemiyle ise azaldığı tespit edilmiştir. Yapılan duyusal analizlerde, renk açısından en çok kontrollü koşullarda %85 NaCl+%15 KCl formülasyonu ile üretilen pastırmalar, tat açısından ise %100 NaCl ile doğal koşullarda üretilmiş pastırmalar kabul edilmiştir (Hastaoğlu 2011).

Fonksiyonel proteinler, lifler, hidrokolloidler, fosfat ve nişastalar tuzu azaltılmış et ürünlerinde yapıyı düzenleyici ajan olarak kullanılan bileşikler arasındadır (Collins 1997). “Chorizo Pamplona” sosislerin kalite özelliklerinin incelendiği bir araştırmada; sosislerin tuz miktarı %58 oranında azaltılarak %20 KCl ve %38 CaCl_2 ile ikame edilmiş, domuz yağı %50 oranında azaltılarak yerine aljinatla emülsifiye edilmiş zeytinyağı kullanılmış ve ürün inülinle zenginleştirilmiştir. Yapılan çalışmada %3, %6, %10, %0 inülin içeren 4 farklı sosis formülasyonu hazırlanarak, %100 domuz yağı içeren ürünle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda elde edilen verilere göre, muamelenin ürünün duyusal özellikleri ve sosisin üretim prosesi üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi gözlenmemiştir. Sosislerin pH değerleri ve mikrobiyel florasının da normal değerler arasında olduğu; ayrıca, NaCl miktarının azaltılması ve inülin ilavesinin lipid profili üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (Berian vd. 2011).

Kuru kürlenmiş “loin”lerde sodyum klorür miktarının azaltılması amacıyla yapılan çalışmada, %100 NaCl, %55 NaCl+%25 KCl+%15 CaCl_2 +%5 MgCl_2 , %45 NaCl+%25 KCl+%20 CaCl_2 +%10 MgCl_2 ve %30 NaCl+%50 KCl+%15 CaCl_2 +%5 MgCl_2 oranlarında tuz içeren gruplar oluşturulmuştur ve grupların biyokimyasal ve duyusal özellikleri incelenmiştir. %55 NaCl+%25 KCl+%15 CaCl_2 +%5 MgCl_2 içeren grup ile

%30 NaCl+%50 KCl+%15 CaCl₂+%5 MgCl₂ içeren grup kontrol grubundan daha yüksek miktarda proteolitik enzim aktivitesi göstermişlerdir. NaCl ikamesinin %45 oranında olduğu grup; renk, ,tekstür, aroma, tat ve genel kalite özellikleri bakımından %100 NaCl içeren grubundan yakın özellikler göstermiştir. Bu grubun aroma özellikleri %99 oranındaki kabul edilebilirlik düzeyi ile kontrol grubundan daha başarılı bulunmuştur. Bu durum bu formülasyonun et ve et ürünlerinde sodyum miktarının azaltılmasında başarılı bir şekilde uygulanabileceğini göstermiştir (Armenteros vd. 2009).

Kuru kürlenmiş “loin”lerde yapılan bir çalışmada NaCl miktarını azaltılmış ve bunun yerine KCl, CaCl₂ ve MgCl₂ kullanılmıştır. Çalışmada 4 farklı tuz kombinasyonu (%100 NaCl, %55 NaCl+%25 KCl+%15 CaCl₂+%5 MgCl₂, %45 NaCl+%25 KCl+%20 CaCl₂+ %10 MgCl₂ ve %30 NaCl+%50 KCl+%15 CaCl₂+%5 MgCl₂) oluşturulmuştur. Fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerin incelendiği bu araştırmada; potasyum su kaybını artırırken, kalsiyum ve magnezyum ise su kaybını azaltmıştır. NaCl miktarının %70 oranında KCl, CaCl₂ ve MgCl₂ ile ikame edilmesi ürünün sertliğinin artmasına ve çiğnemenin zorlaşmasına neden olmuştur. Ancak çalışmada ürünlerin klorür içeriği, nem ve renk değerleri açısından bir farklılık tespit edilmemiştir (Aliño vd. 2009).

Tavuk nuggetlar üzerine yapılan çalışmada, NaCl'nin %40 lık kısmı yerine potasyum klorür, sitrik asit, tartarik asit ve sükrozdan oluşan tuz karışımı ve %8, %10 ve %12 oranında elma pulpu kullanılmıştır. Sonuçta tuzun azaltılması ve elma pulpu ilavesi emülsiyon stabilitesi ve pişirme verimini önemli ölçüde azalttığı gözlenmiştir. Tuz miktarı azaltılmış nuggetlar arasında 12g/100g oranında elma pulpu içeren grubun en yüksek nem içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Grupların emülsiyon ve son ürün pH değerleri kontrol grubundan yüksek bulunmuş, protein ve kül içeriğinin ise belirgin şekilde düşük olduğu görülmüştür. Elma pulpu ilavesi ile üründeki diyet lif miktarı, kırmızılık, sarılık ve doygunluk indeksi artmıştır. NaCl miktarının azaltılması ve elma pulpu ilavesinin grupların tekstürel kalitesini ve duyuusal özelliklerini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. (Arun vd. 2010).

Kuru kürlenmiş “ham”lerde NaCl’nin farklı oranlarda çeşitli tuzlarla ikame edilmesinin, tuzlama sonrasında ürünün mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada; kullanılan toplam tuz miktarı üzerinden %50 NaCl+%50 KCl ve %55 NaCl+%25 KCl+%15 CaCl₂+%5 MgCl₂ içeren gruplarla, %100 NaCl içeren kontrol grubu bazı özellikleri açısından karşılaştırılmıştır. CaCl₂ ve MgCl₂ tuzları kullanılarak hazırlanan düşük sodyum içerikli “ham”lerin %100 NaCl içeren “ham”lerle benzer su aktivitesine sahip olabilmeleri için tuzlama sonrasında daha fazla zamana ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiş, mikrobiyolojik açıdan ise herhangi bir farklılık görülmemiştir (Blesa vd. 2008).

Diğer bir çalışmada, mortadella salamı üzerinde yapılan bir çalışmada, sodyum klorür yerine potasyum klorürün yarı yarıya kullanılmasının sertlik, çiğnenebilirlik ve yapışkanlık özellikleri üzerinde bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Horita vd. 2011).%50 oranında NaCl yerine KCl ikame edilmiş tavuk filetoları üzerine yapılan bir çalışmada, tekstür profil analizi sonuçlarına göre sertlik değerlerinde sodyum klorür kullanılan grup ile potasyum klorür ikameli grup arasında önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Lee vd. 2012).

“Chorizo de Pamplona” tipi İşpanyol kuru fermente sossilerde renk ve tekstürel özellikler zerine NaCl yerine, % 61.5 oranında KCl+CaCl₂+NaCl karışımının ikame edilmesinin oluşturduğu değişikliklerin incelendiği bir araştırmada; sertlik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerlerinde azalma tespit edilmiş, ancak yapıda ve renkte oluşan bu olumsuzlukların geliştirilebileceği belirtilmiştir (Gimeno vd. 1999). Başka bir çalışmada ise “Chorizo de Pamplona” larda, CaCl₂’n %46’lık kısmını kalsiyum askorbat ile ikame etmişler ve kalsiyum askorbatlı grubun renk, tekstür ve mikrobiyel özellikler açısından kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir (Gimeno vd. 2001).

Yapılan bir çalışmada kappa-karrajenan, NaCl, KCl ve CaCl₂ kullanılarak üretilmiş sosislerde yağ ve NaCl miktarının azaltılmasının tekstürel ve duyuusal özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır. Kontrol grubu (%2.5 NaCl) ile T1 (%2.0 NaCl+%0.5 KCl), T2 (%1.5 NaCl+%0.5 KCl), T3 (%1.5 NaCl+%0.5 KCl, %0.5 CaCl₂) ve T4 (%1.5

NaCl+%0.5 KCl+%0.1 CaCl₂) olmak üzere 4 farklı grup oluşturulmuş ve elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda tüm grupların pişirme veriminin arttığı tespit edilmiştir. Yüksek kalsiyum iyonu konsantrasyonunun protein matriksi ile daha sıkı jel oluşturması nedeniyle T3 grubunun diğer gruplardan daha sert bir yapı gösterdiğibildirilmiştir (Totasaus vd. 2004).

NaCl miktarı azaltılmış kuru kürlenmiş “ham”lerde olgunlaşma sıcaklığı ve kurutma düzeyinin fizikokimyasal ve duyuşal parametreler üzerindeki etkilerinin incelendiğı bir çalışmada 3 farklı tuzlama uygulaması incelenmiştir. Gruplarda; 30g/kg NaCl, 15g/kg NaCl ve 15g/kg NaCl+19.7g/kg K-laktat kullanılmıştır. Ürönlere yüksek ve düşük seviyeli kurutma işlemin uygulanmış ve ürünler olgunlaştırma sıcaklıklarına tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda, NaCl miktarının 30g/kg’dan 15g/kg’a düşürölmesinin “ham”lerde tuzluluk seviyesinde azalma meydana getirdiğı, ürünün su aktivitesini ve proteoliz miktarını artırdığı ve yumuşak bir yapı oluşumuna neden olduğı tespit edilmiştir. Ancak, 19.7g/kg potasyum laktat ilavesi ürünlerdeki bu olumsuzlukların azalmasını sağlamıştır (Costa-Corredor vd. 2009).

Çarkcıoğlu vd. (2013), tuzu azaltılmış miyofibrilar protein jellerinde sodyum klorür yerine potasyum klorür ve sodyumtripolifosfat (STPP) kullanılması üzerine yaptıkları çalışmada, sığır et proteinlerinde tekstürel özellikler, dinamik reolojik özellikler, su tutma kapasitesi ve pişirme kaybını incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda, NaCl yerine KCl kullanımının G' değerini (depolama modölü) düşürdölğü tespit edilmiştir. STPP kullanımında NaCl ve KCl oranının azaltılması durumdan ise, 75 °C'de G' değerinin değışmediğı görölmüştür. Ayrıca NaCl kullanımının et sistemlerinde daha sıkı ve daha elastik jeller meydana getirdiğı belirtilmiştir. NaCl ve fosfatın beraber kullanımında, fosfatında NaCl gibi sıkılık ve elastikiyet kazandırdığı aynı zamanda da sinerjik bir etki sağladığı anlaşılmıştır.

2.4 Potasyum Klorür

Yapılan çalışmalar, tuzu azaltılmış ürünlerde NaCl'nin yerine duyusal kalite ve mikrobiyolojik stabilite açısından en uygun tuzun potasyum klorür olduğunu göstermiştir. Potasyum klorür kimyasal bir bileşiktir. KCl simgesi ile gösterilir. Potasyum (K) ve klor (Cl) elementlerinin birleşmesi ile oluşur. Saf hali kokusuzdur. Beyaz kristallerden oluşur. Bu kristallerde yüzey merkezli küp şeklinde istiflenerek dizilirler. Sulu bileşiklerinde iyonlaşıp klor anyonları verdiği için klor kaynağı olarak kullanılır. Bir tuz olan potasyum klorür, suda yüksek çözünürlüğe sahiptir (Armenteros vd. 2009, Kızılkaya 2012, Ekmekçi 2012).

Potasyum klorür kullanımının duyusal özellikler üzerine etkisinin belirlendiği duyusal değerlendirmelerde KCl'nin üründe acılığa ve tuzluluk kaybına neden olabileceği tespit edilmiştir (Anonymous 2005).

2.5 Hidrokolloidler

Hidrokolloidler çeşitli biyolojik kaynaklardan elde edilerek değişik arıtma işlemlerine tabi tutulan ve çözünabilir liflerden oluşan yüksek molekül ağırlıklı polimerik karbonhidratlardır (Ward ve Andon 1993). Su ile güçlü etkileşim gösteren, yüksek hidrofilik özellikte moleküllerdir kendi ağırlıklarının 100-500 katından fazla suyu tutabilmektedirler (Lie ve Nie 2015). Hidrokolloidlerin bir çoğu molekül içinde birleşmiş olarak kalsiyum, potasyum, magnezyum ve bazen de diğer metalik katyonları bulunduran anyonik veya nötral kompleks ve dallanmış heteropolisakkaritlerin bir grubunu oluşturmaktadırlar (Glicksman 1980).

Nişasta ve türevleri, selüloz ve türevleri, gamlar (karrajenan, alginat, pektin, ksantan gam, guar gam ve keçiyoynuzu gamı) ve diğer hidrokolloidler olmak üzere 4 temel sınıfa ayrılmaktadırlar. Guar gam, pektin, karrajenan, nişasta ve jelatin gibi hidrokolloidler sıklıkla kullanılan gıda katkı maddeleridir (Lie ve Nie 2015). Gıda endüstrisinde, esas olarak, jelleştirme, film oluşturma, su bağlama ve stabilizatör amaçlı

kullanılırlar. Hidrokolloidlerin kullanım amaçları arasında aynı zamanda kaliteyi iyileştirmeleri ve geliştirilen yeni teknolojilerin kullanılmasına ve bu teknolojilerdeki üretim-işlem ekipmanlarının uygulanmasına olanak sağlamaları da gösterilmektedir (Davidson 1980).

Hidrokolloidler et endüstrisinde yağ ikame maddeleri olarak kullanılmakta ve et ürünlerinin hem duysal, hem de tekstürel özelliklerini modifiye etmektedirler. Et ürünlerinde pişirme verimini iyileştirmek, nem tutmayı artırmak, formülasyonun maliyetini azaltmak, ürünün tekstürünü modifiye etmek ve donma-çözünme stabilitesini iyileştirmek için kullanılmaktadırlar. Emülsiyon tipi et ürünlerinde ise viskoziteyi ayarlamak, jel oluşturmak, emülsiyonların stabilitesi ve büzülmenin inhibisyonu için kullanılmaktadırlar (Lie ve Nie 2015).

2.5.1 Karrajenan

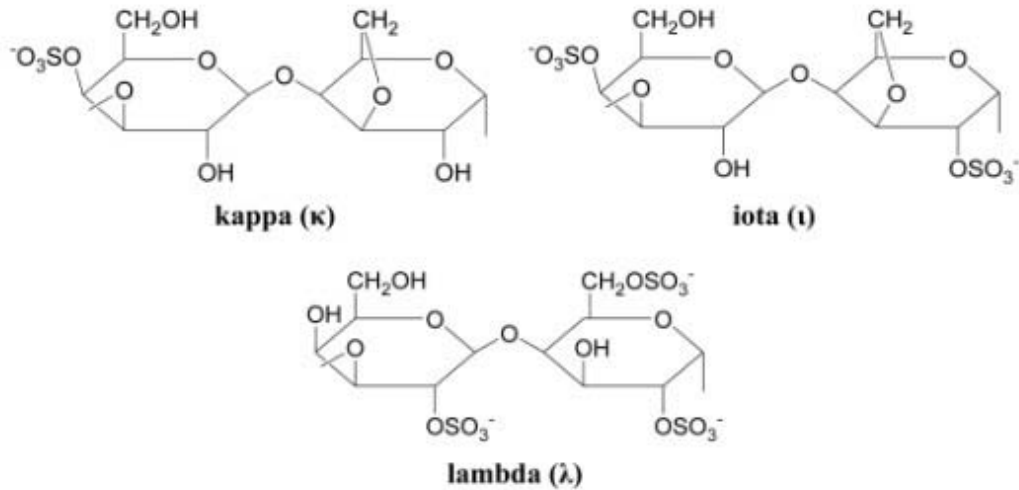
Karrajenan, kırmızı deniz yosunlarının *Rhodophyceae* sınıfının hücre duvarlarında bulunan D-galaktoz esaslı, sülfatlı bir polisakkarittir (Brenner vd. 2014). Kırmızı deniz yosunları önemli karrajenan kaynaklarıdır (Pelegrin vd. 2006). Karrajenan, galaktan ile galaktozun α ve β glikozid bağları yapmasıyla oluşan, kıvrımlı helezonik yapıda, yüksek elastikiyette moleküllerden oluşan bir polisakkarittir. Yapısında deniz yosununun türüne ve ekstraksiyon koşullarına bağlı olarak birbirini takip eden, lineer polimer yapısında yaklaşık 25.000 galaktoz türevidir. Galaktozun; sodyum (Na), potasyum (K), magnezyum (Mg) ve kalsiyum (Ca) sülfat esterleri ve 3,6 anhidro- α -D-galaktoz birimlerinin tekrarlanmasıyla oluşmuş yüksek molekül ağırlıklı, toksik olmayan ve kolay elde edilebilir bir polimerdir. (Saldamlı 1985, Trius ve Sebranek 1996, Piculell 2006).

Karrajenanlara gerilim uygulandığında viskoz yapılarında incelmeye meydana gelir, gerilim ortadan kaldırıldığında ise yapı tekrar eski haline dönmektedir. Bu özellikleri sayesinde, prosesler arasında kolaylıkla aktarılabilirler ve yapısal özelliklerini kolaylıkla geri kazanabilmektedirler (Préchoux vd. 2013).

Farklı karrajenan çeşitleri vardır (Şekil 2.3). Bunlar, içerdikleri 3.6 anhidro- α -D-galaktoz miktarı, ester sülfat gruplarının sayısı ve konumundaki farklılıklara göre değişmektedir. Kappa (κ), iota (i) ve lambda (λ) olmak üzere üç temel çeşit karrajenan vardır. Bu üç temel karrajenan çeşidi dışında; mu (m), nu (n), theta (q) ve xi (x) olarak bilinen dört çeşit karrajenanda bulunmaktadır (Piculell 2006).

Kappa-karrajenan, sert ve dayanıklı jel formu istenildiğinde, iota-karrajenan elastik ve su tutma kapasitesi yüksek jel yapı arzu edildiğinde, lambda-karrajenan ise jel özelliği istenmeyen, viskoz yapı istenen durumlarda kullanılmaktadır. Kappa-karrajenanın K^+ iyonu ile iota-karrajenanın Ca^{+2} iyonu ile daha kuvvetli jel oluşturduğu bilinmektedir (Whistler ve Daniel 1985, Trius ve Sebranek 1996). Karrajenan molekülleri esnek yapıları sayesinde oda sıcaklığında farklı özelliklerde jel formlar oluşturabilmektedir. Kappa-karrajenan metal iyonları, aminler, amino asit türevleri ve suda çözünür organik çözücülerle kolayca jele yapıya geçebilir (Dessai vd. 2004).

Bu özellikleri sayesinde karrajenanlar gıda sanayisi içerisinde kıvam arttırıcı, su tutma kapasitesini artırarak pişirme kaybını azaltıcı, dilimleme özelliklerini iyileştirici olarak yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Baldwin vd. 1995).



Şekil 2.3 Kappa, iota ve lambda karrajenanın kimyasal yapısı (O’Sullivan vd. 2010)

Karrajenan, ham deniz yosunundan rafine veya yarı-rafine ekstraksiyon yöntemiyle elde edilmektedir. Rafine proseste; karrajenan yosunun selüloz matriksinden çözündürülür, temiz ve berrak nihai ürün olarak elde edilir. Yarı-rafine proseste ise; selülozun bir kısmı karrajenanın bünyesinde bağlı olarak tutulur. Bu prosesin amacı karrajenanın jel şiddetini artırmaktır. Yarı-rafine ürün daha ekonomik, jel oluşturma ve bağlayıcı özellikleri daha başarılıdır ancak, oluşan jel rafine olana kıyasla, şeffaf değildir. Bu da görsel anlamda sıkıntı yaratabilmektedir (Prajapati vd. 2014).

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Araştırma Birimi, karrajenanın et ürünlerinde stabilizatör olarak kullanılmasını kabul etmektedir. Buna göre karrajenan et ürününe en fazla %1.5 oranında ilave edilebilmekte ancak et ürünlerinde kullanımına izin verilen diğer bağlayıcılarla birlikte kullanılamamaktadır (Tius ve Sebranek 1996). Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde ise, karrajenan renklendiriciler ve tatlandırıcılar dışındaki katkı maddeleri sınıfında E 407 kodu ile birden fazla fonksiyonu olan gıda katkı maddesi olarak belirtilmiştir. Aynı kodekste, karrajenanın tüm gıda maddelerinde "quantum satis" prensibine göre yani istenilen etkinin sağlanabileceği en düşük miktarda kullanılabileceği şeklinde yer almaktadır. Aynı yönetmelik kapsamında karrajenanın tek başına kullanımına ya da diğer stabilizatörlerle kombinasyonlar yapılarak kullanılmasına izin verilmektedir (Anonim 2013).

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada hammadde olarak Ankara piyasasındaki bir süpermarketten temin edilen, pH değeri 6.31 ± 0.15 olan, $\%25.21 \pm 1.09$ kuru madde, $\%6.03 \pm 0.25$ protein, $\%2.35 \pm 0.45$ yağ, $\%1.08 \pm 0.01$ kül içeriğine sahip tavuk göğüs eti kullanılmıştır. Protein ekstraktlarının elde edilmesinde potasyum klorür (Sigma) ve sodyum klorür (Sigma) tuzları; yapının iyileştirilmesi amacıyla da kappa-karrajenan (Sigma) kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Örnek hazırlama

Tuzda çözünür miyofibrilar proteinlerin ekstrakte edilebilmesi için öncelikle, tavuk göğüs etleri çok küçük parçalar halinde kesilerek, boyutları küçültülmüştür. Kıyma haline getirilen etler, Micra D-9 (Almanya) marka homojenizatörde yüksek hızda 1 dakika boyunca ağırlığının 3 katı izolasyon çözeltisiyle (0.5M NaCl, 17.8mM $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, pH 8.3) karıştırılmıştır. Hazırlanan karışım 4°C'de buzdolabında 1 saat bekletilmiş, daha sonra, 4°C'de 30 dakika 10000 rpm'de santrifüj edilmiştir (Sigma 3K15, PostFach, Almanya). Elde edilen protein ekstraktı, 3 kat yapılan peynir süzme bezinden süzildükten sonra, 1:1 (v:v) oranında destile su ile seyreltilmiştir. Çöken proteinleri toplamak için karışım tekrar 10000 rpm hızda 15 dakika süreyle 4°C'de santrifüj edilmiştir (Sigma 3K15, PostFach, Almanya). Elde edilen karışımın azot içeriği Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Belirlenen azot miktarı 6.25 faktörü ile çarpılmış ve karışımın protein miktarı saptanmıştır (Anonymous 1990). Ekstraktın protein konsantrasyonu, izolasyon çözeltisi (0.5 M NaCl, 17.8 mM $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, pH 8.3) kullanılarak %5'e ayarlanmış ve içerikleri farklı 6 grup hazırlanmıştır; 1) sadece protein ekstraktından oluşan kontrol grubu (KONT), 2) ekstrakta %0.5 karrajenan (KAR) ilavesi, 3) ekstrakta %1.5 NaCl + %1.5 KCl (NaCl+KCl) ilavesi, 4) ekstrakta %1.5 NaCl + %1.5 KCl + %0.5 karrajenan (NaCl+KCl+KAR) ilavesi 5) ekstrakta %3.0 NaCl (NaCl) ilavesi ve 6) ekstrakta %3.0 NaCl + %0.5 karrajenan (NaCl+KAR)

ilavesi (Çizelge 3.1). Örnekler 4°C'de bir gece bekletilmiştir (Defreitas vd. 1997, Chen vd.2007, Çarkcıoğlu vd. 2013).

Çizelge 3.1 Çalışmada oluşturulan grupların NaCl, KCl ve karrajenan içerikleri

Grup	NaCl (%)	KCl (%)	Karrajenan (%)
KONT	-	-	-
KAR	-	-	0.5
NaCl+KCl	1.5	1.5	-
NaCl+KCl+KAR	1.5	1.5	0.5
NaCl	3.0	-	-
NaCl+KAR	3.0	-	0.5

3.2.2 Dinamik reolojik özellikler

İçerdikleri tuz ve karrajenan oranları farklı 4°C'de 24 saat bekletilen 6 grup protein ekstraktının reolojik ölçümleri reometre cihazı (TA Ar 2000 Ex, Amerika Birleşik Devletleri) kullanılarak yapılmıştır. Analiz koşulları olarak 1 Hz single frekans, 2°C/dakika ısıtma hızı ve 25°C-90°C sıcaklık aralığı seçilmiştir. Örneklerin viskoelastik özellikleri (depolama modülü G' ve kayıp modülü G'') lineer viskoelastik bölüm içinde (osc. stress 3 Pa) belirlenmiştir (Çarkcıoğlu vd. 2013).

3.2.3 Jellerin hazırlanması

Reolojik özellikleri belirlenen örnekler 19mm çaplı çaplı sentetik kollajen sosis kılıflarına doldurularak, tartımları yapıldıktan sonra 80°C'deki su banyosunda 30 dakika tutulmuştur. Su banyosundan alınan jeller 15 dakika süreyle buzlu su içerisinde bekletilmiştir. Bekletme süresi sonunda jeller, 4°C'de 24 saat muhafaza edilmiştir (Defreitas vd. 1997, Ma vd. 2012, Çarkcıoğlu vd. 2013).

3.2.4 Nem içeriği

Sıcaklığı 105°C'ye ayarlı etüvde en az iki saat tutularak sabit tartıma getirilen kuru madde kapları desikatöre alınarak oda sıcaklığına soğutulmuş ve hassas terazide 0.0001g hassasiyetle darası alınmıştır. Kuru madde kaplarına, homojen hale getirilen yaklaşık 5g örnek tartılmış, 105°C'deki kurutma dolabında sabit tartıma gelene kadar kurutulmuş ve kuru madde kaplarının tartım farkından örnekteki % nem miktarı belirlenmiştir (Anonymous 1990).

3.2.5 Yağ içeriği

Örneklerin toplam yağ miktarı, sıcak ekstraksiyon yöntemi ile Soxhelet düzeneği kullanılarak % olarak belirlenmiştir. Yağ çözücü olarak petrol eteri kullanılmıştır (Anonymous 1990).

3.2.6 Protein içeriği

Örneklerin Kjeldahl yöntemi ile % azot miktarı tespit edildikten sonra 6.25 faktörü ile çarpılarak % protein miktarları hesaplanmıştır (Anonymous 1990).

3.2.7 Kül içeriği

Kül miktarının belirlenmesi için, 105°C'ye ayarlı etüvde en az iki saat tutularak sabit ağırlığa getirilmiş kül krozelerine yaklaşık 3 gram örnek tartılmış ve 105°C'deki kurutma dolabında 10-12 saat kurutulmuştur. Daha sonra örnek kül fırınına alınmış ve burada kademeli olarak yakılarak 550°C'de tamamen kül haline getirilmiştir. Meydana gelen ağırlık farkından % kül miktarı hesaplanmıştır (Anonymous 1990).

3.2.8 pH değeri

10g örnek 100ml destile su ile homojenize hale getirilmiştir. Homojenize edilen örneğin pH değeri pH metre cihazıyla (Thermo Scientific Orion Star A211 Benchtop Ph Meter) tespit edilmiştir (Vural ve Öztan 1996). Örneklerde pH ölçümüne başlamadan önce pH metrenin (Thermo Scientific Orion Star A211 Benchtop Ph Meter), pH 4 ve pH 7 tampon çözelitileri ile kalibrasyonu yapılmıştır.

3.2.9 Su tutma kapasitesi

Protein jelleri 10 cm'lik kalınlıklarda kesilerek hassas terazide tartılmış, santrifüj tüplerine alınan jeller 4°C'de 15 dakika boyunca 3000 rpm'de santrifüje edilmiştir (Sigma 3K15, PostFach, Almanya). Süre sonunda süpernatant atıldıktan sonra, santrifüjden çıkarılan jellerin tartımı yapılmış ve ilk tartım ağırlığına göre yüzde olarak su tutma kapasitesi hesaplanmıştır (Defreitas vd. 1997, Chen 2010, Ma vd. 2012).

3.2.10 Pişirme kaybı

Su banyosundan alındıktan sonra 24 saat 4°C'de bekletilmiş jeller hassas terazide tartılmış ve su banyosuna konulmadan önce yapılan ilk tartım ağırlığına göre yüzde olarak pişme kaybı hesaplanmıştır (Cong-Gui vd. 2006).

3.2.11 Tekstür profil analizi

Tekstür profil analizi (TPA) ile örneklerin sertlik (hardness-N) ve jel gücü (Force 1), özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla TA- XT plus tekstür analiz cihazı (Stable Micro System, İngiltere) kullanılmıştır. Örnekler, 19 mm² kare ve 1 cm kalınlığında kesilerek analize hazır hale getirilmiştir. Örneklerin Tekstür Profil Analizinde Prob olarak Back Extrusion R1g 40mm disc seçilmiştir. Ölçümlerde analiz koşulları ön test hızı 1.0 mm/saniye, test hızı 2.0 mm/saniye, test sonrası hızı 1.0 mm/saniye, uzaklık 3.0 mm, trigger kuvveti 0.6N ve iki sıkıştırma arasındaki süre 5 saniye olarak seçilmiştir. TPA

eğrisinden otomatik olarak elde edilen veriler tekstürel özelliklerin hesaplanmasında kullanılmıştır (Chen vd. 2010).

3.2.12 Sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi

Ekstraktlardan ve jellerden ayrı ayrı hazırlanan örneklerin protein profilinin belirlenmesinde, Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektroforezi (SDS-PAGE) kullanılmıştır. Protein ekstraktlarının protein konsantrasyonları, Bradford Reagent (Sigma) ile Bovine Serum Albumine'in (Sigma) standart olarak kullanıldığı üretici firma tarafından önerilen standart yöntemle göre belirlenmiştir. Absorbanslar 595 nm'de spektrofotometerde okunmuştur. SDS-PAGE elektroforez işlemi için polyacrylamide jeller hazırlanmış ve analizler Laemmli (1970) tarafından bildirilen yöntem kullanılarak yapılmıştır. Molekül ağırlık kalibrasyon standartları olarak yüksek ve düşük molekül ağırlıklı protein standartları karışımı (Bio Rad) kullanılmıştır. Standartta yer alan proteinler; miyosin, β -galaktosidaz, sığır serum albümini, ovalbumin, karbonik anhidraz, soya tripsin inhibitörü, lizozom ve aprotinindir. Elektroforez işlemi, Bio-Rad Mini Protean elektroforez düzeneği ve Bio-Rad Model Power Pac Basic güç kaynağı kullanılarak yapılmıştır. Jeller, %10 asetik asit ve % 40 metanol içeren çözelti içinde 15 dakika SDS'in uzaklaştırılması için yıkanmış, Phast Gel Blue R 350 tabletleri kullanılarak hazırlanan boya çözeltisinde 45 dakika boyandıktan sonra, %10 metanol ve % 5 asetik içeren çözelti içinde, jel zemininden boya uzaklaştırılana kadar bekletilmiştir (Laemmli 1970).

3.2.13 İstatistiksel analiz

Araştırma sonucunda elde edilen bulguların istatistiksel değerlendirilmesi SAS paket programı kullanılarak yapılmıştır (SAS 2002). Grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı Varyans Analiz Tekniği (ANOVA) uygulanarak araştırılmıştır. ANOVA sonucunda gerekli olduğu zaman hangi grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olduğu Duncan Çoklu Karşılaştırma testi uygulanarak belirlenmiştir ($p < 0.05$).

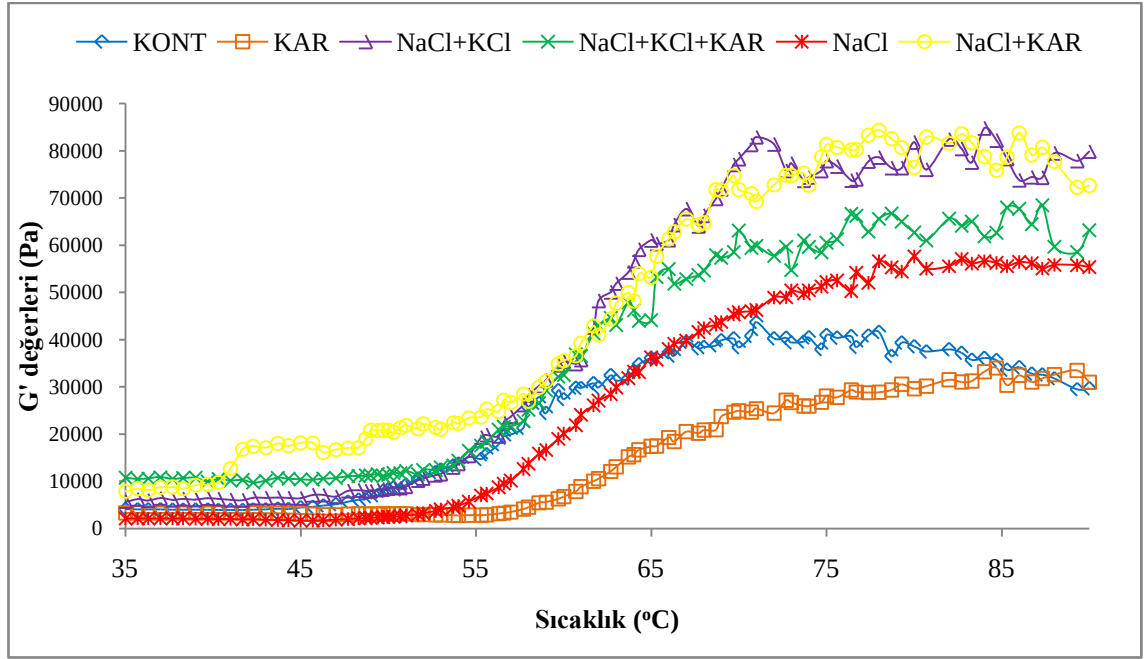
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Miyofibrilar Protein Ekstraktlarının Dinamik Reolojik Özellikleri

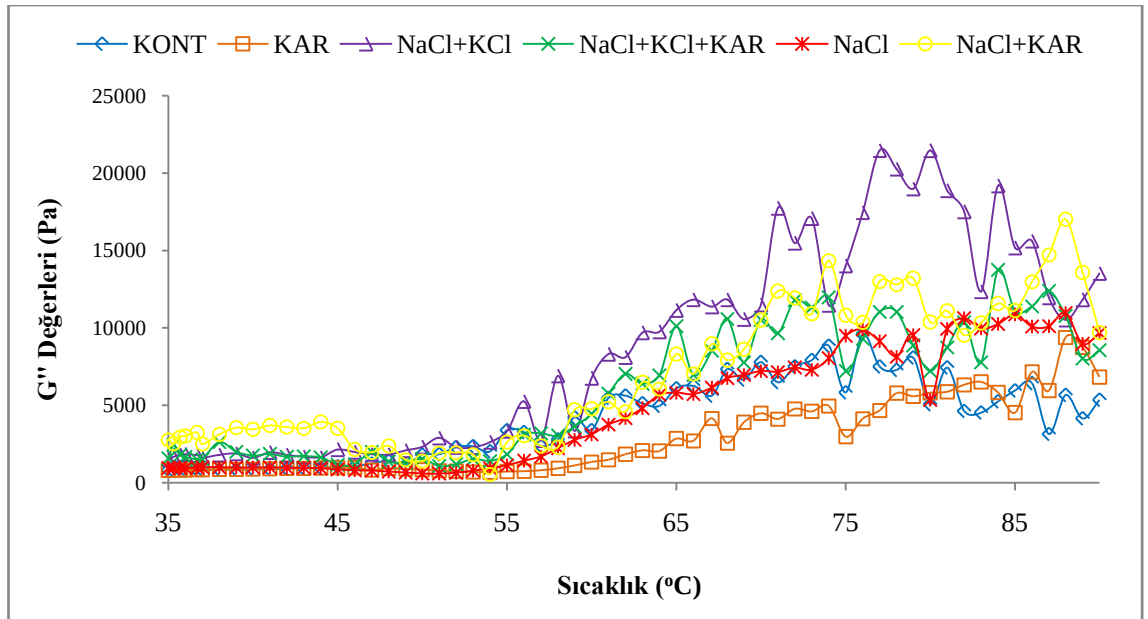
Miyofibrilar proteinler, özellikle de aktin ve miyosin et ürünlerinin viskoelastik jel yapısından sorumludur (Westphalen vd. 2005). Sıcak jelleşmede, proteinler ısı etkisiyle parçalanırken aktin ve miyosin filamentleri kümeleşir ve 3 boyutlu ağa benzer viskoelastik bir yapı oluşturur. Bu viskoelastik yapı dinamik modülleri ile tanımlanır. Bunlar elastikiyeti tanımlayan depolama modülü (G') ve viskoziteyi tanımlayan kayıp modülüdür (G''). Depolama modülü (G') (elastik gerilimin gerinime oranı) bir malzemenin enerjiyi elastik olarak saklayabilmesi, kayıp Modülü (G'') (viskoz gerilimin gerinime oranı) bir malzemenin enerjiyi dağıtabilmesidir (Chen, Xu, & Wang, 2007; Li, 2008).

Hazırlanan 6 grup protein ekstraktına, ekstraktların yapısının deformasyona karşı korunduğu lineer viskoelastik bölgede, artan miktarlarda deformasyon gücü uygulanarak depolama ve kayıp modül değerleri ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen verilere göre, viskoelastik davranışı en az olan grupların, ekstrakta %0.5 oranında karrajenan eklenmesiyle oluşturulan KAR grubu ve sadece protein ekstraktından oluşan KONT grubu olduğu görülmektedir. %3.0 oranında NaCl içeren grup ile %1.5 NaCl+%1.5 KCl+%0.5 karrajenan içeren grupların viskoelastik özelliklerinin benzerlik gösterdiği gözlenmiştir. Enerjiyi elastik olarak en yüksek saklayabilen gruplarınsa %3.0 NaCl+%0.5 karrajenan ve %1.5 NaCl+%1.5 KCl içeren gruplar olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1, Şekil 4.2).

Bu durumda çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, tuz ve karrajenan kullanımının daha sıkı ve viskoelastik jeller meydana getirdiği söylenebilir. Ancak sadece karrajenanın eklendiği KAR grubunun sonuçlarına bakıldığında, G' ve G'' değerlerinde belirgin bir farklılık oluşturmadığı gözlenmiştir. Kappa-karrajenan NaCl ile birlikte kullanıldığında depolama modüllerinin değerlerinde artış gözlenmiş, ancak karrajenanın KCl+NaCl karışımıyla kullanıldığında viskoelastik özelliklerde azalma tespit edilmiştir.



Şekil 4.1 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup ekstraktın depolama modülü (G') değerleri (Pa)



Şekil 4.2 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup ekstraktın kayıp modülü (G'') değerleri (Pa)

Çarkcıoğlu vd. (2013), sığır etinden elde ettikleri miyofibrilar protein jellerinde sodyum klorür yerine potasyum klorür ve sodyumtripolifosfat (STPP) kullandıkları araştırmada, NaCl kullanımının et sistemlerinde daha sıkı ve daha elastik jeller meydana getirdiğini belirmişlerdir. NaCl yerine KCl kullanımının G' değerini (depolama modülü) düşürdüğü, STPP kullanımında NaCl ve KCl oranının azaltılması durumunda ise, 75°C'de G' değerinin değişmediği görülmüştür. Ayrıca NaCl ve fosfatın beraber kullanımında, fosfatında NaCl gibi sıkılık ve elastikiyet kazandırdığı bildirilmiştir.

Verbeken vd. (2005) tuz oranı azaltılmış et proteinlerinde kappa-karrajenan kullanımı üzerine yaptıkları çalışmada, kappa-karrajenanın suyun bağlandığı protein ağının hücreler arası boşluklarında yer almasından kaynaklı olarak G' değerinde artışa sebep olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada kappa-karrajenanın böyle bir etkisi saptanmamıştır. Bunun olası nedeni diğer çalışmada kullanılan karrajenanın oranının daha yüksek olması (%2.0), kullanılan et türünün farklılığı gibi etkenler olabilir.

Chen vd. (2007) tuz miktarı azaltılmış et proteinleri ve keten tohumu gamları ile yaptıkları çalışmalarında tuz miktarı azaltılmış et proteinlerine %0.5, %1.0 ve %2.0 oranlarında keten tohumu gamı ilave etmişler ve en yüksek G' değerine %2.0 oranında gam eklenmiş olan grubun sahip olduğunu tespit etmişlerdir. G'' değerlerinin de G' değerlerine uygun şekilde sıralanarak en yüksek kayıp modülünün %2.0 oranında gam içeren grupta olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında protein ve hidrokolloidler arasındaki oluşan etkileşimin, jel gücünün yükselmesi üzerinde etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Robe ve Xiong (1993) domuz kaslarından elde edilen tuzda çözünür proteinler üzerinde yaptıkları çalışmalarında dipolifosfat ve tripolifosfat ilavesiyle depolama modülünde (G') azalma tespit edilmiştir.

4.2 Miyofibrilar Protein Jellerinin Kimyasal Bileşimi

Hammadde olarak kullanılan tavuk göğüs etinden ekstrakte edilen proteinlerden NaCl, KCl ve karrajenan ilavesiyle oluşturulan 6 grup jelin kuru madde, protein, yağ ve kül içerikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin kimyasal bileşimi (%)

Gruplar	Kuru Madde	Protein	Yağ	Kül
KONT	12.44±0.60 ^a	8.26±0.18 ^b	0.74±0.02 ^a	0.73±0.02 ^c
KAR	11.38±0.22 ^a	8.04±0.13 ^b	0.68±0.01 ^b	0.86±0.04 ^c
NaCl+KCl	12.26±0.25 ^a	8.13±0.05 ^b	0.38±0.01 ^c	2.34±0.07 ^b
NaCl+KCl+KAR	11.46±0.35 ^a	7.62±0.09 ^c	0.24±0.01 ^d	2.48±0.07 ^{ab}
NaCl	12.14±0.36 ^a	8.70±0.05 ^a	0.22±0.01 ^d	2.53±0.10 ^a
NaCl+KAR	11.82±0.34 ^a	7.51±0.03 ^c	0.17±0.01 ^e	2.53±0.04 ^a

Ortalama±standart hata

^{a-e}: Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0.05).

Buna göre KONT, KAR NaCl+KCl, NaCl+KCl+KAR, NaCl ve NaCl+KAR gruplarının kuru madde içerikleri sırasıyla %12.44, %11.38, %12.26, %11.46, %12.14, ve %11.82 olarak, yağ içerikleri ise sırasıyla %0.74, %0.68, %0.38, %0.24, %0.22 ve %0.17 düzeylerinde bulunmuştur. Yağ oranı en düşük olarak tespit edilen grup %3.0 NaCl+%0.5 karrajenan içeren NaCl+KAR grubu olarak bulunurken, yağ içeriği en yüksek tespit edilen grubunsa tuz ve karrajenan ilavesi olmayan KONT grubu olduğu görülmektedir. Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan eklenmesi ile oluşturulan 6 grup jeldeki protein miktarları incelendiğinde, en yüksek protein değerine %3.0 oranında NaCl içeren grubun sahip olduğu tespit edilmiştir. NaCl grubuna göre protein oranı daha düşük bulunan KONT grubunun, sadece karragenen eklenmiş olan KAR grubunun ve %1.5 NaCl+%1.5 KCl eklenmiş grubun protein oranları arasındaki fark ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. %1.5 NaCl+%1.5 KCl+%0.5 karrajenan içeren grup ile %3.0 NaCl+%0.5 karrajenan içeren grubun protein oranları ise diğer gruplara göre daha düşük bulunmuş olup, bu iki grubun protein oranı arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı (p>0.05) tespit edilmiştir. Kül içeriği açısından değerlendirildiğinde ise tuz içermeyen KONT ve KAR gruplarının kül içeriklerinin sırasıyla %0.73 ve 0.86 olduğu, tuz ilave edilerek inorganik madde miktarı artırılmış

grupların kül oranları ise yükseldiği ve NaCl+KCl, NaCl+KCl+KAR, NaCl ve NaCl+KAR gruplarında sırasıyla %2.34, %2.48, %2.53 ve %2.53 olduğu saptanmıştır.

4.3 pH Değeri

Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan ilavesiyle ile oluşturulan 6 grup ekstrakt ve jeldeki değerleri Çizelge 4.2 'te verilmiştir.

Başlangıçta tavuk göğüs etinde ortalama 6.31 olarak bulunan pH değerleri, farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan eklenmesi ile oluşturulan KONT, KAR, NaCl+KCl, NaCl+KCl+KAR, NaCl ve NaCl+KAR gruplarında sırasıyla ekstraktlarda 6.81, 6.87, 6.68, 6.69, 6.66, 6.65; jellerde 7.03, 7.05, 6.94, 6.97, 6.86, 6.93 olarak tespit edilmiştir.

Ekstrakt ve jellerin pH değerleri incelendiğinde KONT grubunun ve tuz ilave edilmemiş KAR grubunun pH değerlerinin arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli olmadığı ($p>0.05$), tuz ilave edilmiş olan diğer dört grubun ise pH değerlerinin diğer iki gruba göre önemli derecede düşük ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Buna göre veriler incelendiğinde protein ekstraksiyonu, jel eldesi aşamalarının hammaddeye göre, pH değerlerinde artışa neden olduğu görülmektedir. Tuz ilavesinin ortamdaki Cl^- iyonu miktarını artırması nedeniyle, grupların pH değerlerinde düşüşe yol açtığı görülürken, stabilizör yani kappa-karrajenan ilavesinin pH değerleri üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.3).

Nayak vd. (1998) sığır eti, su ve yağ içeren hamurun tekstürel özellikleri üzerine yaptıkları çalışmalarında, sodyumtripolifosfat (STPP) yokluğunda ve %0.4 oranında sodyumtripolifosfat varlığında $CaCl_2$, $MgCl_2$ ve $ZnCl_2$ tuzları ile çalışmışlardır. İlk grup olan kontrol grubunda klorür tuzlarından hiçbirisini eklememişler, diğer gruplara ise sırasıyla %0.05 oranında $CaCl_2$, %0.05 oranında $MgCl_2$ ve %0.05 oranında $ZnCl_2$ ilave etmişlerdir. Grupların pişmiş pH değerleri ölçümü yapılmış ve en yüksek pH değeri %0.4 oranında STPP eklenmiş kontrol grubunda belirlenmiştir ($p<0.05$). STPP

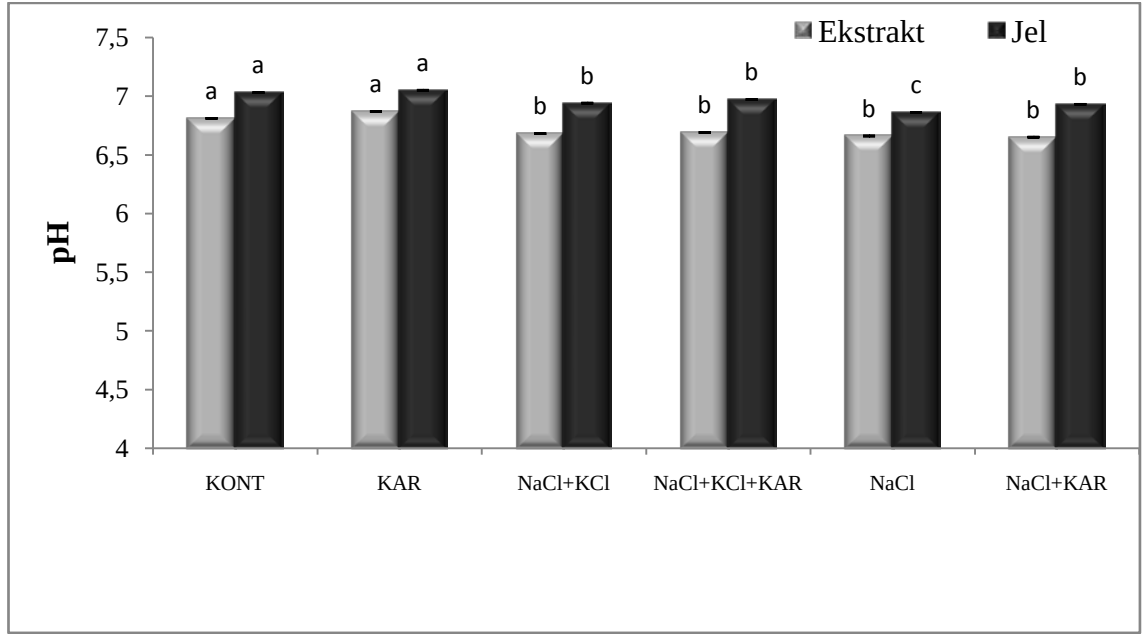
yokluğunda CaCl_2 , MgCl_2 ve ZnCl_2 eklenen grupların pH değerlerinin, kontrol grubuna kıyasla belirgin oranda düştüğü tespit edilmiştir. Ancak bu gruplara %0.04 oranında STPP eklendiğinde pH değerlerinde önemli derecede artış gözlenmiştir. STPP eklenmiş gruplarda CaCl_2 'ün kontrol grubuyla pişmiş pH değeri arasındaki farklılığın önemli olmadığı, MgCl_2 ve ZnCl_2 eklenen grupların pH değerlerinin ise kontrol grubundan önemli derecede düşük olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.2 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup ekstrakt ve jelin pH değerleri

Gruplar	Ekstrakt	Jel
KONT	6.81±0.01 ^a	7.03±0.01 ^a
KAR	6.87±0.01 ^a	7.05±0.01 ^a
NaCl+KCl	6.68±0.01 ^b	6.94±0.02 ^b
NaCl+KCl+KAR	6.69±0.01 ^b	6.97±0.03 ^b
NaCl	6.66±0.04 ^b	6.86±0.00 ^c
NaCl+KAR	6.65±0.03 ^b	6.93±0.00 ^b

Ortalama±standart hata

^{a-c}: Aynı sütunda (ekstrakt ve jeller için) aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p<0.05).



Şekil 4.3 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup ekstrakt ve jelin pH değerleri. (a-c) Ekstrakt ve jel grupları içinde için aynı harfleri taşıyan çubuklar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p < 0.05$).

4.4 Su Tutma Kapasitesi

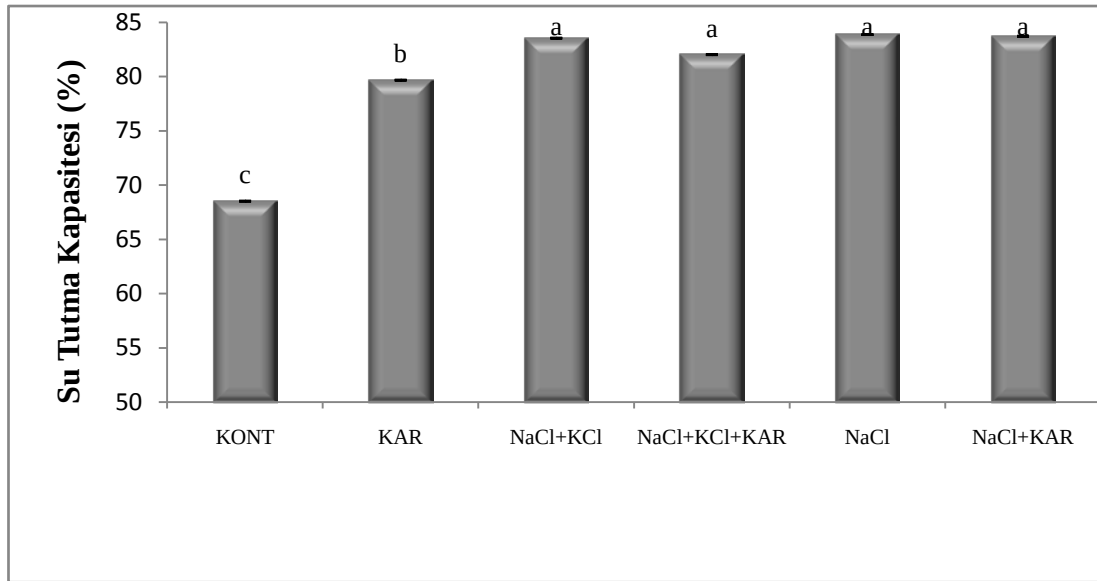
Farklı oranlarda tuz ve stabilizör ilave edilmiş 6 grup jelde tuz ve karrajenan ilavesinin su tutma kapasitesini önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir. Sadece ekstrakttan oluşan KONT grubunda %68.52 olarak saptanan su tutma kapasitesi, %0.5 karrajenan ilavesi ile KAR grubunda %79.67 değerine yükselmiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.4). Tuz ilavesi ile NaCl+KCl, NaCl+KCl+KAR, NaCl ve NaCl+KAR gruplarının su tutma kapasiteleri artmış ve sırasıyla %83.54, %82.01, %83.86 ve %83.72 değerlerine ulaşmıştır. Bu durumda su tutma kapasitesi üzerinde NaCl ve KCl'nin karrajenana kıyasla daha etkili olduğu anlaşılmıştır. Eklenen tuz miktarı ya da kullanılan tuzun cinsinin ise istatistiki açıdan önemli bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir. Su tutma kapasitesi üzerindeki bu artışın nedeni; Cl^- iyonlarının et proteinleriyle etkileşime girerek pH değerini düşürmesi ve pH değerinin proteinlerin izoelektrik noktasından uzaklaşmasıdır. Böylece proteinlerin ekstrakte olabilirliği artmıştır (Cabra vd. 2008).

Çizelge 4.3 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin su tutma kapasitesi oranları (%)

Gruplar	Su Tutma Kapasitesi
KONT	68.52±0.94 ^c
KAR	79.67±0.57 ^b
NaCl+KCl	83.54±0.55 ^a
NaCl+KCl+KAR	82.01±0.54 ^a
NaCl	83.86±0.72 ^a
NaCl+KAR	83.72±0.78 ^a

Ortalama±standart hata

a-c: Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0.05).



Şekil 4.4 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin su tutma kapasitesi oranları. (a-c) Jel grubu içinde aynı harfleri taşıyan çubuklar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0.05)

Verbeken vd. (2005) tuz oranı azaltılmış et proteinlerinde kappa-karrajenan kullanımı üzerine yaptıkları çalışmada, kappa-karrajenan kullanımının su tutma kapasitesinde artışa sebep olduğunu belirtmişlerdir. Yine yapılan başka bir çalışmada kappa-karrajenan ilavesinin sonuçlara benzer şekilde tuzda çözünür et proteinlerinde su tutma kapasitesinde artışa neden olduğu anlaşılmıştır (Defreitas vd. 1997).

Lee vd. (2012) tavuk göğüs etinde sadece sodyumtripolifosfat kullanımının su tutma kapasitesinde sodyum klorür kullanımı kadar etkili olmadığını saptamışlardır. Çarkcıoğlu vd. (2013), tuzu azaltılmış miyofibrilar protein jellerinde sodyum klorür yerine potasyum klorür ve sodyumtripolifosfat (STPP) kullanılması üzerine yaptıkları çalışmada, tuz kullanımının su tutma kapasitesinde önemli ölçüde artışa neden olduğunu belirlemişlerdir. Toplam tuz üzerinden %50 NaCl + %50KCl ilave edilen grubun, tuz olarak %100 NaCl kullanılan gruptan daha düşük oranda su tutma kapasitesine sahip olduğunu ve STPP eklenmesinin su tutma kapasitesi üzerinde bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

Pietrasik (2003), dana etinden elde edilen jeller üzerinde yaptığı çalışmada kappa-karrajenan ilavesinin su tutma kapasitesini artırdığını bildirmiştir.

4.5 Pişirme Kaybı

Tuzun yapısında bulunan klorür iyonları et proteinleriyle etkileşime geçerek, onların suyla şişmelerini sağlarlar. Bu tuzun iyonik gücü artırmasıyla ilgili bir olaydır. Bu nedenle tuz ilavesinin miyofibrilar protein jellerinin su tutma kapasitesini artırarak, pişirme kaybını azalttığı bilinmektedir (Price 1997, Schults ve Wierbicki 1973).

Araştırmada 6 grup jelde yapılan pişirme kaybı analizi sonucunda tuz ve karrajenan ilavesinin pişirme kaybını önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. KONT grubunun pişirme kaybı %13.17 olarak tespit edilmiş ve bu gruba farklı oranlarda tuz ve kappa-karrajenan ilave edilmesiyle pişirme kaybının düştüğü gözlenmiştir. KAR, NaCl+KCl, NaCl+KCl+KAR, NaCl ve NaCl+KAR gruplarının pişirme kayıpları sırasıyla %7.25,

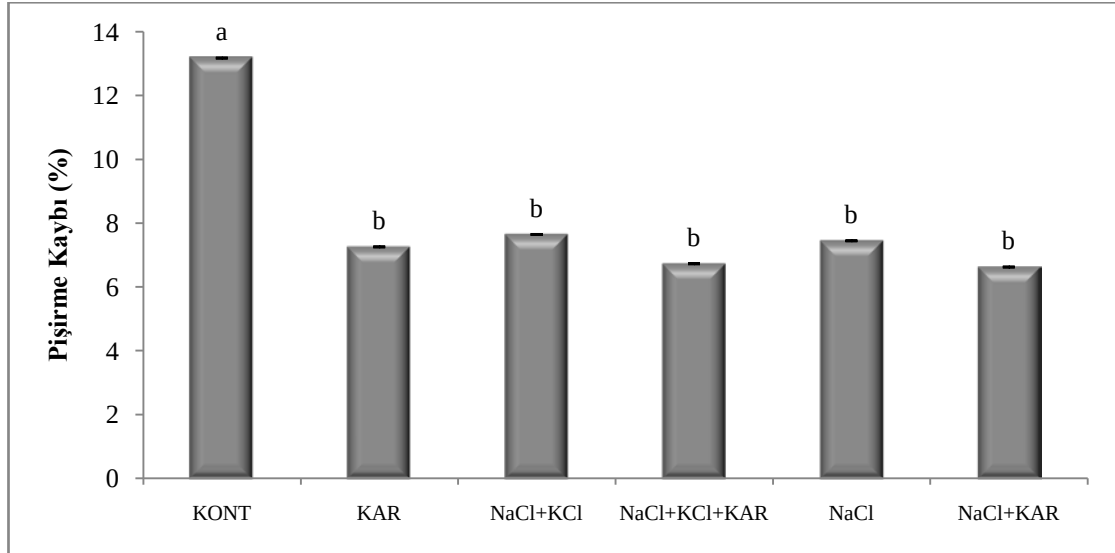
%7.64, %6.72, %7.44 ve %6.62 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre, pişirme kaybı açısından NaCl, KCl ve karrajenan ilaveleri arasında önemli bir farklılık olmadığı ($p>0.05$) saptanmıştır (Çizelge 4.4, Şekil 4.5).

Çizelge 4.4. Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin pişirme kaybı oranları (%)

Gruplar	Pişirme Kaybı
KONT	13.17±0.79 ^a
KAR	7.25±0.16 ^b
NaCl+KCl	7.64±0.22 ^b
NaCl+KCl+KAR	6.72±0.29 ^b
NaCl	7.44±0.16 ^b
NaCl+KAR	6.62±0.16 ^b

Ortalama±standart hata

^{a-b}: Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0.05$).



Şekil 4.5 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin pişirme kaybı oranları. (a-b) Aynı jel grubu içinde aynı harfleri taşıyan çubuklar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0.05$)

Barbut vd. (2009) tavuk eti karışımları üzerine yaptıkları çalışmada, arıtılmış ve ham ebe gümece gamı (malva gum), sodyum klorür ve fosfat kullanımının pişirme kaybı üzerine etkilerini incelemiş ve sodyum klorürün tavuk etinde proteinlerin ekstraksiyonunda ve dolayısıyla su tutma kapasitesinde artışa neden olduğu ve böylece pişirme kaybını azalttığını tespit etmişlerdir. Moon vd. (2008) domuz köftesinde NaCl oranını %40 azaltarak yerine ikame maddesi olarak KCl kullanmışlardır. KCl kullanımında pişirme kaybının %100 NaCl kullanımına oranla daha düşük olduğu saptanmıştır.

Çarkcıoğlu vd. (2013), tuzu azaltılmış miyofibril protein jellerinde sodyum klorür yerine potasyum klorür ve sodyumtripolifosfat (STPP) kullanılması üzerine yaptıkları çalışmada, tuz kullanımının pişirme kaybını azalttığını, kullanılan tuz miktarında %50 NaCl+%50 KCl kullanılan grubun, sadece NaCl kullanılan gruptan daha düşük oranda pişirme kaybına sahip olduğunu ve STPP eklenmesinin pişirme kaybı üzerinde bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

Moon vd. (2008), domuz köftelerinde ve Çarkcıoğlu vd. (2013) miyofibril protein jellerinde yaptıkları araştırmalarda NaCl oranı azaltılarak KCl kullanılan grupların pişirme kayıplarının tuz olarak %100 NaCl kullanılan gruplara kıyasla daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak Çarkcıoğlu vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada jellerde NaCl ya da KCl kullanılması pişirme kaybı üzerine etkili olmamış ve gruplar arasında pişirme kaybı değerlerinde ortaya çıkan farklığın istatistiki açıdan önemli olmadığı bildirilmiştir.

Pietrasik (2003), dana etinden elde edilen jeller üzerinde yaptıkları çalışmada kappa-karrajenanın pişirme kaybını azalttığı görülmüştür. Cierach ve ark. (2009) farklı tip karrajenanlar kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada pişirme kaybının karrajenan kullanılan ürünlerde daha az olduğunu, ancak istatistiki olarak kullanılan türün önemli olmadığını belirtmişlerdir.

4.6 Tekstür Profil Analizi

Et ürünlerine eklenen klorür tuzları çözünme, emülsiyon, jelleşme, su tutma kapasitesinden sorumlu miyofibrilar proteinlerin çözünebilmesi için gerekli olan iyonik gücü üretmektedir. Sodyum klorür oranının düşürülmesiyle ekstrakte olan protein miktarı ve buna bağlı olarak jel gücü değerleri de düşmektedir (Gordon ve Barbut 1992, Hall 1996).

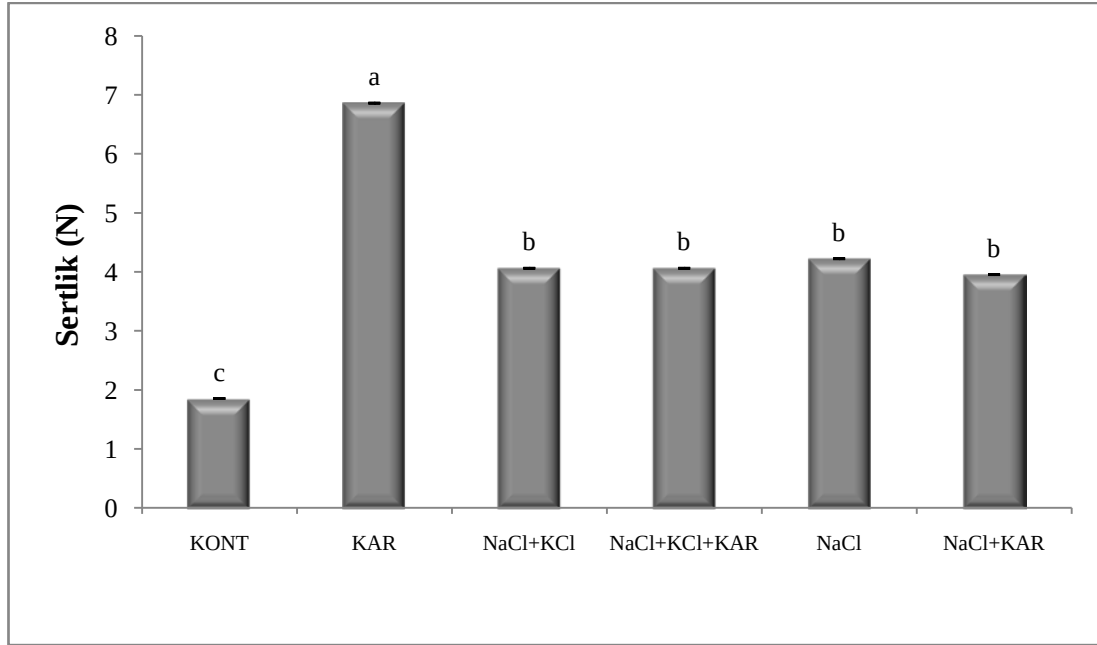
Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan ilavesi ile oluşturulan 6 grup jelde yapılan teksür profil analizinde birinci sıkıştırma sırasında belirlenen maksimum kuvvet olan sertlik (hardness) değerleri Çizelge 4.5 ve Şekil 4.6' da; analizde sıkıştırma sonucu belirlenen sıklığı (Force 1-Firmness) ifade eden jel gücü (gel strength) değerleri ise Çizelge 4.6 ve Şekil 4.7' de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin sertlik değerleri (N)

Gruplar	Sertlik
KONT	1.85±0.12 ^c
KAR	6.86±0.20 ^a
NaCl+KCl	4.06±0.12 ^b
NaCl+KCl+KAR	4.06±0.16 ^b
NaCl	4.22±0.15 ^b
NaCl+KAR	3.95±0.13 ^b

Ortalama±standart hata

^{a-c}: Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (p>0.05)



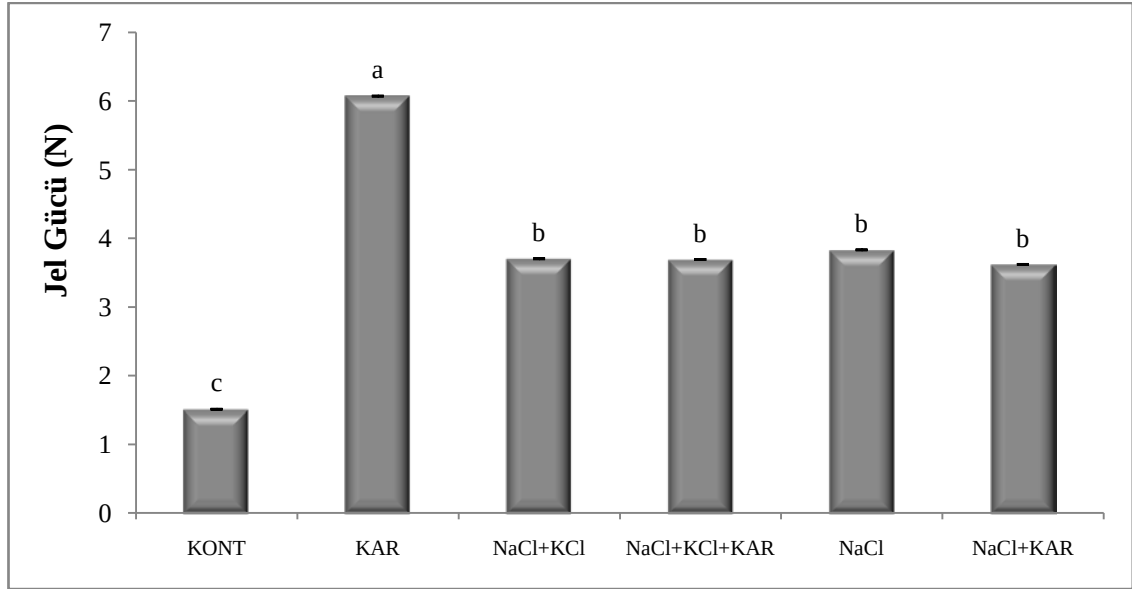
Şekil 4.6 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin sertlik değerleri (N) (a-c) Aynı jel grubu içinde için aynı harfleri taşıyan çubuklar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0.05$)

Çizelge 4.6 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin jel gücü değerleri (N)

Gruplar	Jel Gücü
KONT	1.51 ± 0.09^c
KAR	6.07 ± 0.23^a
NaCl+KCl	3.70 ± 0.10^b
NaCl+KCl+KAR	3.69 ± 0.14^b
NaCl	3.83 ± 0.13^b
NaCl+KAR	3.62 ± 0.13^b

Ortalama $\pm$ standart hata

^{a-c}: Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0.05$).



Şekil 4.7 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup jelin jel gücü değerleri(N) (a-c) Aynı jel grubu içinde için aynı harfleri taşıyan çubuklar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($p>0.05$)

Yapılan tekstür profil analizine göre, kontrol grubu, sadece karrajenan içeren KAR grubu ve tuz ihtiva eden gruplar (%1.5 NaCl+%1.5 KCl içeren grup, %1.5 NaCl+%1.5 KCl+%0.5 karrajenan içeren grup, %3.0 NaCl içeren grup ve %3.0 NaCl+%0.5 karrajenan içeren grup) arasında sertlik ve jel gücü değerleri arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. KONT grubunda bu değerler en düşük bulunurken, KAR grubunun sertlik ve jel gücü değeri en yüksek olarak tespit edilmiştir. Tuz içeren gruplarda ise, kullanılan tuzun bileşimi ya da miktarında sertlik ve jel gücü değerleri açısından istatistiki olarak önemli bir fark gözlenmemiştir.

Yapılan çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlara göre, sadece karrajenan kullanılan KAR grubunun tekstürel değerlerinin karrajenan ve tuz karışımının kullanıldığı NaCl+KCl+KAR ve NaCl+KAR gruplarına kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bundan dolayı tuz kullanımının karrajenanın sertlik ve jel gücü değerleri üzerine yaptığı artırıcı etkisini azalttığı düşünülmektedir. Bunun nedeni olarak, ortamda potasyum ve sodyum iyonlarının varlığının karrajenan ve proteinlerden meydana gelen jelde faz ayırmasına neden olarak jelin kasılmasına ve daha kırılğan jel oluşumuna neden olması görülebilir (Ma vd. 2013).

Sertlik değeri, örnek yüzeyinin sertliğini ifade ederken, jel gücü değeri ürünün bütününde algılanan sertlik olarak ifade edilmektedir. Araştırmada jel gücü ve sertlik değerleri birbirine yakın oranlarda bulunmuştur.

Et ürünlerinde yapısal özellikleri geliştirmek amacıyla kullanılan hidrokolloidlerden en çok tercih edileni olan karragenan konsantrasyonunun artmasıyla sertlik ve jel gücü değerlerinde de artış gözlemlenmektedir (Ayadi vd. 2009).

Daha önce yapılan çalışmalarda tuz ilavesinin miyofibrilar proteinleri yani aktin ve miyosini destabilize ettiği ve danatürasyona karşı daha az dayanıklı hale getirdiği belirlenmiştir (Yılmaz 2013).

Sonuçlara benzer şekilde yağ oranı düşürülmüş mortadella salami üzerinde yapılan bir çalışmada, sodyum klorür yerine potasyum klorürün yarı yarıya kullanılmasının sertlik, çiğnenebilirlik ve yapışkanlık özellikleri üzerinde bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Horita vd. 2011). Lee vd. (2012) de 1/1 oranında NaCl yerine KCl ikame edilmiş broyler fletosu üzerine yaptıkları çalışmadan elde ettikleri tekstür profil analizi sonuçlarında sertlik değerlerinde önemli bir farklılık olmadığını tespit etmişlerdir.

Campagnol vd. (2011) fermente pişmiş sosisler üzerinde yaptıkları çalışmalarda, NaCl yerine %50 oranında KCl kullanılması durumunda, sertlik değerinin önemli ölçüde düştüğü, elastikiyet ve çiğnenebilirliğinin ise değişmediği görülmüştür. Gimeno vd. (1999) NaCl yerine, KCl, $CaCl_2$ ve NaCl karışımını kullandıkları araştırmalarında sertlik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerlerinde önemli bir azalma tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada ise NaCl yerine KCl ve NaCl karışımının kullanılması, sertlik ve jel gücü değerlerinde istatistiki olarak önemli bir fark yaratmamıştır.

Verbeken vd. (2005) tuz oranı azaltılmış et proteinlerinde kappa-karragenan kullanımı üzerine yaptıkları çalışmada, araştırma sonuçlarımıza benzer şekilde kappa-karragenan kullanımının sertlik değeri ve jel gücünde artışa sebep olduğunu belirtmişlerdir. Chen vd. (2007) tuz miktarı düşürülmüş et proteinleri ve keten tohumu gamları ile yaptıkları

alışmalarında gam kullanımının jel gücünü artırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca yaptıkları çalışmada gam-protein kompleksinin sıkıştırma kuvvetinin, tuz miktarı düşürülen et proteinleri ve keten tohumu gamlarına ayrı ayrı uygulanan sıkıştırma kuvvet toplamından düşük olduğu belirlemişler ve bunu hidrokolloid ve et proteinlerinin etkileşime girdiğine kanıt olarak düşünmüşlerdir. Dana etinden elde edilen jellerde kappa karrajenan ilavesiyle, sertlik, jel gücü ve gevreklik değerlerinde artış gözlemlenirken, elastikiyet ve yapışkanlık özelliklerinde gelişme görülmemiştir (Pietrasik 2003).

4.7 Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektrofrez

Elektrofrez, elektriksel alanda yüklü partiküllerin hareketine dayanan bir tekniktir. Protein ve nükleik asitler gibi yüklü taneciklerin belirli bir pH'daki elektriksel ve iyonize ortamda molekül büyüklüğü veya yük farklarına göre ayrılması ve saflaştırılmasında sıklıkla kullanılır. Bir partikülün g oranı; elektriksel alan gücüne, partikülün net yüküne ve elektrofrez ortamının yoğunluğuna bağlıdır (Aslan 2004).

Tuzlu suda çözünen ve asıl emülgatör etkiye sahip miyofibrilar proteinler toplam miyofibrilar protein kitlesinin %55'ini oluşturan miyosin ve % 25'ini oluşturan aktindir. Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlara göre (şekil 4.8), miyosin (202 kDa), aktin (45 kDa) ve miyosin hafif zinciri (yaklaşık 20.5 kDa) proteinlerine ait olduğu düşünülen bantların yoğunluğunda karrajenan içeren KAR, NaCl+KCl+KAR ve NaCl+KAR gruplarında belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Karrajenan içermeyen KONT, NaCl+KCl ve NaCl gruplarında ise bu proteinlerin olduğu tahmin edilen bant yoğunluklarında artış olmasına rağmen, bu yoğunluk karrajenan içeren grupların ki kadar kuvvetli görülmemektedir. Bunun nedeninin kappa-karrajenanın tuzda çözünür proteinlerle etkileşime girerek daha güçlü bir jel yapı oluşturması olduğu düşünülebilir.

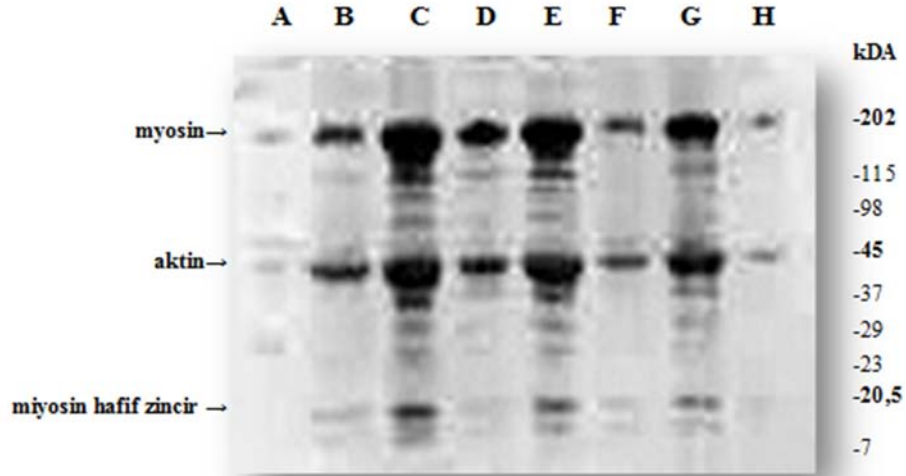
Farouk vd. (2011) kappa ve iota karrajenan ilave ettikleri dana eti üzerinde yaptıkları çalışmada pH 5.6'da SDS-PAGE protein profillerini incelemişler ve karrajenanın, miyosin ağır zinciri, alfa-aktinin, aktin, miyosin hafif zinciri, molekül ağırlığı yaklaşık

50 kDa ve 150 kDa olan proteinleri içeren et proteinleri ile etkileşime girerek kompleks jeller oluşturduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada da karrajenanın aktin ve miyosinlerle etkileşime girerek bant yoğunluklarında artışa neden olduğu gözlenmiştir.

Doerscher vd. (2003) domuz etinden elde edilen miyofibrilar proteinler (MP) ve domuz kollajeni (PC), MP:PC şeklinde 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 ve 50:50 oranlarında karıştırılarak karışımlardan elde edilen SDS-PAGE proteini profilinde miyosin ve aktin bant yoğunluklarında PC artışıyla bir azalma olduğunu belirtmişler, bunun nedenini de de domuz kollajeninin çözünmemesi olarak açıklamışlardır.

Yapılan çalışmalarda polisakkaritler ile miyofibrilar proteinler arasındaki etkileşimin polisakkaritlerin karboksil grubu ile et proteinlerinin aminoasit gruplarının pozitif yüklü yan zincirleri arasında olduğu belirtilmiştir (Bernal vd. 1987).

Gao vd. (2015) ise kappa karrajenan ve soya proteini kombinasyonunun düşük yağlı domuz eti hamurlarının fonksiyonel özellikleri üzerine yaptıkları çalışmalarında et proteinleri ile karrajenan ve soya proteini arasında farklı etkileşimler ortaya çıkmadığını ifade etmişlerdir. Çalışmalar arasında meydana gelen farklılığın sebebi olarak birçok faktör düşünülebilmektedir. Bunlar arasında proteinin etkinliğini değiştiren pH, tuz konsantrasyonu, proses, ısıtma koşulları ve eklenen katkı maddeleri gösterilebilir.



Şekil 4.8 Farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan içeren 6 grup miyofibrilar protein jelinin SDS-PAGE profili

A,H: Protein standartları, B:KONT, C:KAR, D:NaCl+KCl, E: NaCl+KCl+KAR, F: NaCl ve G: NaCl+KAR gruplarını göstermektedir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, tuzu azaltılmış tavuk eti miyofibrillar protein jellerinde, tuzun yerine potasyum klorür ikamesinin ve yapının iyileştirilmesinde karrajenan ilavesinin jellerin bazı fizikokimyasal ve yapısal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Elde edilen verilere göre, tuz ve karrajenan kullanımının daha sıkı ve viskoelastik bir yapı meydana getirdiği; ancak, tek başına karrajenan ilavesinin, G' ve G'' değerlerinde belirgin bir farklılık oluşturmadığı gözlenmiştir. Kappa-karrajenan NaCl ile birlikte kullanıldığında depolama modülü değerlerinde artış gözlenmiş, ancak karrajenanın KCl+NaCl karışımıyla kullanıldığında viskoelastik özelliklerde azalma tespit edilmiştir.

Çalışmada belirlenen pH değerleri göz önünde bulundurulduğunda, protein ekstraksiyonu, jel eldesi aşamalarının ekstrakt ve jelin pH değerlerinde artışa neden olduğu görülmektedir. Tuz ilavesinin ortamdaki Cl^- iyonu miktarını artması nedeniyle, grupların pH değerlerinde düşüşe yol açtığı görülmüş, stabilizör ilavesinin ekstraktın pH değerleri üzerinde bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Tuz ve karrajenan ilavesinin su tutma kapasitesini önemli ölçüde artırdığı, pişirme kaybını azalttığı tespit edilmiştir. İlave edilen tuz miktarı ya da kullanılan tuzun cinsinin ise önemli bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir. Yapılan tekstür profil analizine göre ise, tuz ve karrajenan ilavesiyle daha sert ve sıkı jeller elde edildiği tespit edilmiştir. Sonuçlara göre, karrajenanın sertlik ve jel gücü değerleri üzerine yaptığı artırıcı etkisini azalttığı gözlenmiştir.

Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, kappa-karrajenanın proteinlerle etkileşime girerek daha güçlü bir jel yapı oluşturması nedeniyle miyosin, aktin ve miyosin hafif zincir (20.5 kDa) olduğu düşünülen proteinlere ait bant yoğunluğunda karrajenan içeren gruplarda belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Karrajenan içermeyen gruplarda ise bu proteinlerin olduğu tahmin edilen bant yoğunluklarında artış olmasına rağmen, bu yoğunluk karrajenan içeren grupların ki kadar kuvvetli görülmemektedir.

Et ürünlerine lezzet, mikrobiyel stabilite, yapısal ve fonksiyonel özellikleri açısından ilave edilen tuzun aşırı kullanımının birçok kronik hastalığın temelini oluşturduğu artık tüm dünyaca kabul edilmektedir. Bu durumda özellikle hazır gıdalarda kullanılan tuz miktarının azaltılması ve tuz yerine ikame edilebilecek farklı kaynakların tespit edilmesine yönelik yapılan bu model çalışmada NaCl miktarı azaltılmış ve yerine KCl ve karrajenan kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde tavuk göğüs etinden elde edilen ürünlerde NaCl yerine farklı oranlarda NaCl, KCl ve karrajenan karışımının kullanılması sonucunda, %3.0 oranında NaCl içeren gruba en yakın yapısal ve fizikokimyasal sonuçları %1.5 NaCl+%1.5 KCl+%0.5 kappa-karrajenan içeren grubun verdiği ve özellikle su ve hayvansal yağın tuzda çözünür proteinlerin emülgatör etkileri sayesinde homojen bir şekilde bir arada tutulduğu emülsiyon teknolojisi uygulanarak elde edilen sosis, salam gibi emülsifiye et ürünlerinde sodyum oranının düşürülmesine yönelik yapılacak çalışmalarda %1.5 NaCl+%1.5 KCl+%0.5 kappa-karrajenan karışımının kullanımının mümkün olabileceği anlaşılmıştır. Bu çalışmanın et ve et ürünlerinde tuz miktarının azaltılmasına yönelik yapılacak yeni çalışmalara yol göstereceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aslan, A. 2004. Sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi ile proteinlerin analizi. Yüksek Lisans Semineri. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Aliño, M., Grau, R., Baigts, D. and Barat, J.M. 2009. Influence of sodium replacement on the salting kinetics of pork loin. *Journal of Food Engineering*, 95, 551–557.
- Aliño, M., Grau, R., Toldrá, F., Blesa, E., Pagán, M.J. and Barat, J.M. 2009. Influence of sodium replacement on physicochemical properties of dry-cured loin. *Meat Science*, 83(3); 423-430.
- Alp, M.S., Ergin, Z. ve Kahraman, B. 1995. Ülkemizdeki Tuz Potansiyelinin Değerlendirilmesi ve Tuzun Pazarlanma Koşulları. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, Köse ve Kızıl, İzmir, Türkiye.
- Angus, F., Phelps, T., Clegg, S., Narain, C. den Ridder, C. and Kilcast, D. 2005. Salt in processed foods: Collaborative Research Project. *Leatherhead Food International*.
- Anonim. 2008. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Tuz Tebliği. Tebliğ No: 2007/53.
- Anonim. 2011. Aşırı Tuz Tüketiminin Azaltılması Programı. Yayın No: 835. Sağlık Bakanlığı, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ekim 2011, Ankara
- Anonim. 2012. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Et ve Et Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2012/74.
- Anonim. 2013. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, Resmi Gazete, S. 28693.
- Anonim. 2015. Web Sitesi: <http://www.tuik.gov.tr>, Erişim Tarihi:10.05.2015
- Anonymous. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. IAC, Arlington, Virginia.
- Anonymous. 2005. Salt and health: review of the scientific evidence and recommendations for public policy in Ireland. *Food Safety Authority of Ireland*.
- Armenteros, M., Aristoy, M. C. and Toldrá, F. 2009. Effect of sodium, potassium, calcium and magnesium chloride salts on porcine muscle proteases. *European Food Research and Technology*, 229; 93-98.
- Arun, K.V., Sharma, B.D. and Banarjee, R. 2010. Effect of sodium chloride replacement and apple pulp inclusion on the physico-chemical, textural and sensory properties of low fat chicken nuggets. *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 43, 715–719.

- Ayadi, M.A., Kechaou, A., Makni, I. and Attia, H. 2009. Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties. *Journal of Food Engineering*, 93, 278-283.
- Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O. and Baker, R.A. 1995. Use of edible coatings to preserve quality of lightly and slightly processed products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35(6); 509-524.
- Barbut, S., Somboonpanyakul, P., Quinton, M., & Smith, A. (2009). Effect of malva nut gum (purified and crude), sodium chloride and phosphate on cooking, texture, colour, rheology and microstructure of different chicken meat batters. *British Poultry Science*, 50(1), 83-94. doi: 10.1080/00071660802653530.
- Bernal, V. M., Smajda, C. H., Smith, J. L., & Stanley, D. W. (1987). Interactions in protein/polysaccharide/calcium gels. *Journal of Food Science*, 52 (1121–1125), 1136.
- Blesa, E., Alino, M., Barat, J.M., Grau, R., Toldra, F. and Pagan, M.J. 2008. Microbiology and physico-chemical changes of dry-cured ham during the post-salting stage as affected by partial replacement of NaCl by other salts. *Meat Science*, Vol. 78, 135–142.
- Brandsma, I. 2006. Reducing sodium: a European perspective. *Food Technology*, Vol. 60(3); 25–29.
- Beriain, M.J., Gomez, I., Petri, E., Insausti, K. and Sarries, M.V. 2011. The effects of olive oil emulsified alginate on the physico-chemical, sensory, microbial and fatty acid profiles of low-salt, inulin-enriched sausages. *Meat Science*, Vol. 88, 189–197.
- Brenner, T., Tuvikene, R., Parker, A., Matsukawa, S. and Nishinari, K. 2014. Rheology and structure of mixed kappa-carrageenan/iota-carrageenan gels. *Food Hydrocolloids*, 39, 272-279.
- Cabra, V., Arreguin R. and Forres, A. 2008. Emulsifying properties of proteins, *Bol.Soc.Quim.Mex*, 2(2); 80-89.
- Campagnol, P. C. B., Santos, B. A., Morgano, M. A., Terra, N. M., & Pollonio, M. A. R. (2011). Application of lysine, taurine, disodium inosinate and disodium guanylate in fermented cooked sausages with %50 replacement of NaCl by KCl. *Meat Science*, 87(3); 239-243.
- Candoğan, K. and Kolsarıcı, N. 2003a. The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. *Meat Science*, 64, 199-206.
- Candoğan, K. and Kolsarıcı, N. 2003b. Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. *Meat Science*, 64, 207-214.
- Chen, H.H., Xu, S.Y. and Wang, Z. 2007. Interaction between flaxseed gum and meat protein. *Journal of Food Engineering*, 80(4); 1051-1059.

- Chen, C., Wang, R., Sun, G., Fang, H., Ma, D. and Yi, S. 2010. Effects of high pressure level and holding time on properties of duck muscle gels containing 1% curdlan. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11, 538-542.
- Cierach, M., Modzelewska-Kapituła, M., Szaciło, K. 2009. The influence of carrageenan on the properties of low-fat frankfurters,. *Meat Science*, 82, 295–299.
- Collins, J. E. 1997. Reducing salt (sodium) levels in process meat poultry and fish products. In A. M. Pearson & T. R. Dutson (Eds.), *Advances in meat research. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products* (Vol. 11, pp. 283–297). London: Blackie Academic & Professional.
- Cong-Gui, C., Gerelt, B., Shao-Tong, J., Nishiumi, T. and Suzuki, A. 2006. Effects of high pressure on pH, water-binding capacity and textural properties of pork muscle gels containing various levels of sodium alginate. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 19 (11); 1658-1664.
- Cook, N. R., Cutler, J. A., Obarzanek, E., Buring, J. E., Rexrode, K. M., Kumanyika, S. K., Appel, L. J., and Whelton, P. K. 2007. Long term effects of dietary sodium reduction on cardiovascular disease outcomes: observational follow-up of the trials of hypertension prevention (TOHP). *Brit Med J.*, 334, 885–888.
- Costa-Corredor, A., Serra, X., Arnau, J., Gou, P. 2009. Reduction of NaCl content in restructured dry-cured hams: Post-resting temperature and drying level effects on physicochemical and sensory parameters. *Meat Science* 83, 390-397.
- Cutler, J. A., and Roccella, E. J. 2006. Salt reduction for preventing hypertension and cardiovascular disease: a population approach should include children. *Hypertens*, Vol. 48, 818–819.
- Çarkcıoğlu, E., Candoğan, K. and Rosenthal, A.J. 2013. Effect of sodium tripolyphosphate on gelation properties of low-salt beef gels, 59. *Icomst-International Congress of Meat Science and Technology*, 18-23 August, İzmir, Türkiye.
- Çiçekgil, Z. 2014. 2014 Kümes Hayvancılığı Ürün Raporu. Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü Tepe
- Damodaran, S., Paraf, A. 1997. In *food proteins and their applications*. Marcel Dekker, Inc. Newyork Basel.681p.
- Damodaran, S. 1994. Structure-function relationship of food proteins, in *protein functionality in food systems*, pp. 1-39, Eds. Hettiarachchy, N.S. ve Ziegler, G.R., Mercel Dekker Inc., New York.
- Davidson, R.L. 1980. *Handbook of Water-soluble Gums and Resins*. Mc Graw Hill, New York.

- Defreitas, Z., Sebranek, J.G., Olson, D.G. and Carr, J.M. 1997. Carrageenan effects on salt-soluble meat proteins in model systems. *Journal of Food Science*, 62; 539-543.
- Dessai, P.D., Dave, A.M. and Devi, S. 2004. Entrapment of lipase into κ -carrageenan beads and its use in hydrolysis of olive oil in biphasic system. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic* 31, 143-150.
- Dickinson, B.D., and Havas, S. 2007. Reducing the population burden of cardiovascular disease by reducing sodium intake: a report of the Council on Science and Public Health. *Arch Intern Med.*, 167, 1460-1468.
- Doerschler, D.R., Briggs, J.L. and Lonergan, S.M. 2003. Effects of pork collagen on thermal and viscoelastic properties of purified porcine myofibrillar protein gels, *Meat Science* 66, 181-188.
- Ekmekçi, M. 2012. Tuzu azaltılmış pastırma üretiminde potasyum klorür ve kalsiyum klorür kullanımının bazı kalite özellikleri üzerine etkileri, ankara üniversitesi fen bilimleri enstitüsü yüksek lisans tezi, Ankara.
- Farouk, M.M., Frost, D.A., Krsinic, G. and Wu, G. 2011. Phase behaviour, rheology and microstructure of mixture of meat proteins and kappa and iota carrageenans. *Food Hydrocolloids* 25, 1627-1636.
- Fellows, P. 2000. *Food Processing Technology: Principles and Technology*, 2nd ed. CRC Press Inc., Boca Raton, FL.
- Fennema, O.R. 1996. *Food Chemistry*. Marcel Dekker, New York.
- Fulladosa, E., Serra, X., Gou, P. and Arnau, J. 2009. Effects of potassium lactate and high pressure on transglutaminase restructured dry-cured hams with reduced salt content. *Meat Science*, Vol. 82(2); 213-218.
- Gao, X., Kang, Z., Zhang, W., Li, Y. and Zhou, G. 2015. Combination of κ -carrageenan and soy protein isolate effects on functional properties of chopped low-fat pork batters during heat-induced gelation. *Food Bioprocess Technol* 8, 1524-1531.
- Gelabert, J., Gou, P., Guerrero, L., Arnau, J., 2003. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, Vol. 65, 833-839.
- Gençcelep, H. 2008. Et proteinlerinin fonksiyonel özellikleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, (2); 9-18.
- Gimeno, O., Astiasaran, I., & Bello, J. (1999). Influence of partial replacement of NaCl with KCl and CaCl₂ oil texture and color of dry fermented sausages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(3); 873-877.
- Glicksman, M. 1969. *Gum technology in the food industry*. Academic Press, New York.
- Glicksman, M. 1980. *Food Hydrocolloids*. Vol.1-3. CRC. Press, Boca Raton.F.L.

- Gordon, A. ve Barbut, S. 1992. Effect of chloride salts on the protein extraction and interfacial protein film formation in meat batters. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 58, 227–238.
- Gou, P., Guerrero, L., Gelabert, J. and Arnau, J. 1996. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Science*, 42(1); 37-48.
- Gou, P., Guerrero, L., Gelabert, J. and Arnau, J. 2009. Reducing salt intake from meat products by combined use of lactate and diacetate salts without affecting microbial stability. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 337–341.
- Guardia, M.D., Guerrero, L., Gelabert, J., Gou, P. and Arnau, J. 2006. Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. *Meat Science*, 73, 484-490.
- Guerrero-Lagerrata, I., Hui, Y. H., 2010. Processed poultry products: a primer, In: Guerrero-Lagerrata, I. Hui, Y. H., Ed., *Handbook of Poultry Science and Technology*, Volume 2, John Wiley&Sons Inc., 1-12.
- Günel, S. Y. ve Günel, A.İ. 2010. Antihipertansif ilaç kullanımına rağmen başarısız kan basıncı kontrolünü etkileyen nedenler. *Ege Tıp Dergisi*, Sayı49(1); 13-18.
- Haard, N.F., Simpson, B.K., and Pan, B.S., 1994, Sarcoplasmic proteins and other nitrogenous compounds, in *Seafood Proteins*, Sikorski, Z.E., Pan, B.S., and Shahidi, F., Eds., Chapman & Hall, New York, chap. 3.
- Hall, G.M. 1996. Basic Concepts, in *Methods of Testing Protein Functionality*. Eds. Hall, G.M., Blackie Academic&Professional, London, 11-55.
- Hamm, R. 1986. Functional properties of the myofibrillar system end measurement. In “Muscle as Food”, ed. E.J. Bechtel, p 135. Academic Press, New York.
- Hastaoğlu, E. 2011. Potasyum Klorür Kullanımının Pastırmanın Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. 76s.
- Horita, C. N., Morgano, M. A., Celeghini, R. M. S., & Pollonio, M. A. R. (2011). Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. *Meat Science*, 89(4); 426-433.
- Ikea, S. and Nishinari, K. 2001. Structural changes during heat-induced gelation of globular protein dispersions. *Biopolymers*, 59(2); 87-102.
- Karppanen, H., and Mervaala, E. 2006. Sodium intake and hypertension. *Prog Cardiovasc Dis.*, 49, 59–75.
- Kinsella, J.E. 1982. Protein structure and functional properties in food proteins deterioration, mechanism and functionality. J.P. Cherry [Ed.], *ACS Symposium Series*, 206, 301.

- Kızılkaya, E. 2012. Sodyumu azaltılmış pastırma üretiminde proteolitik değişimler. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Kristal, A.R. 2011. NaCl use by man:perspectives on health. Northwestern University, 123, USA.
- Laemmli, U.K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227; 680-685.
- Lee, Y. S., Zhekov, Z. G., Owens, C. M., Kim, M., & Meullenet, J. F. (2012). Effects of partial and complete replacement of sodium chloride with potassium chloride on the texture, flavor and water-holding capacity of marinated broiler breast fillets. *Journal of Texture Studies*, 43(2); 124-132.
- Lie, J.M. and Nie, S.P. 2015. The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. *Food Hydrocolloids*.
- Linares, E., Larre, C., Popineau, Y. 2001. Freeze- or spray-dried gluten hydrolysates 1. biochemical and emulsifying properties as a function of drying process. *Journal of Food Engineering*, 48, 127-135.
- Liu R, Zhao SM, Xiong SB, Xie BJ, Qin LH. 2008. Role of secondary structures in the gelation of porcine myosin at different pH values. *Meat Sci* 80, 632-9.
- Ma, F., Chen, C., Sun, G., Wang, W., Fang, H. and Han, Z. 2012. Effects of high pressure and CaCl_2 on properties of salt-soluble meat protein gels containing locust bean gum. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 14, 31–37.
- Ma, F., Chen, C., Zheng, L., Zhou, C., Cai, K. and Han, Z. 2013. Effect of high pressure processing on the gel properties of salt-soluble meat protein containing CaCl_2 and κ -carrageenan, *Meat Science*, 95, 22–26.
- McClements, D.J. 2004. Food emulsions. CRC Press. NY.USA; p. 610.
- McGregor, R. 2004. Taste modification in the biotech era. *Food Technology*, Vol. 58(5); 24–30
- Moon, S. S., Kim, Y. T., Jin, S. K., Kim, I. S. 2008. Effects of sodium chloride, potassium chloride, potassium lactate and calcium ascorbate on the physico-chemical properties and sensory characteristics of sodium-reduced pork patties. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 28(5); 567-573.
- Myers, D.J., Hojilla-Evangelista, M.P. and Johnson, L.A. 1994. Funct properties of protein extracted from flaked, defatted, whole corn by ethanol/alkali during sequential extraction processing. *JAOCS*, 71(11); 1201-1204.
- Nakai, S.1983. Structure-function relationship of food proteins with an emphasis on the importance of protein hydrophobicity. *J. Agri. Food Chemistry*, 31, 675.
- Nakai, S., Modler, H.W. 1996. Food Proteins: Properties and Characterization, Wiley-VHC,560,Canada.

- Nayak, R., Kenney, P.B., Slider, S., Head, M.K. and Killefer, J. 1998. Cook yield, texture and gel ultrastructure of model beef batters as affected by low levels of calcium, magnesium and zinc chloride. *Journal of Food Science*, 63,945-950.
- Niwa, E. 1992. Chemistry of surimi gelation. In T.C. Lanier and C.M. Leed (Eds.), *Surimi Technology*, p. Marcel Dekker, Newyork; p.377-391.
- Nyang, U.E. and Iduh, A.O. 1996. Influence of pH and salt concentration on protein solubility, emulsifying and foaming properties of sesame protein concentrate. *JAOCS*, 71(12); 1663-1667.
- O’Sullivan, L., Murphy, B., McLoughlin, P., Duggan, P., Lawlor, P.G., Hughes, H. And Gardiner, G.E. 2010. Prebiotics from marine macroalgae for human and animal health applications. *Mar Drugs*, 8(7); 2038-64.
- Pasin, G., O’Mahony, G., York, B., Weitzel, B., Gabriel, L., and Zeidler, G. 1989. Replacement of sodium chloride by modified potassium chloride in fresh pork sausages. *Journal of Food Science*, Vol. 54(3); 553–555.
- Patsias, A., Badeka, A. V., Savvaidis, I. N. and Kontominas, M. G., 2008. Combined effect of freeze chilling and MAP on quality parameters of raw chicken fillets, *Food Microbiology*, 25 (4); 575-581.
- Pelegriñ, Y.F., Robledo, D. and Azamar, J.A. 2006. Carrageenan of eucheuma isiforme (Solieriaceae, Rhodophyta) from Yucata’ n, Mexico. I. Effect of extraction conditions. *Botanica Marina* 49, 65–71.
- Piculell, L. 2006. Gelling carrageenans. In A. M. Stephen, G. O. Phillips, & P. A. Williams (Eds.), *Food polysaccharides and their applications*. Boca Raton: CRC Press, 239-288.
- Pietrasik Z. 2003. Binding and textural properties of beef gels processed with κ -carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase. *Meat Sci* 63, 317–24.
- Préchoux, A., Genicot, S., Rogniaux, H. and Helbert, W. 2013. Controlling carrageenan structure using a novel formylglycine-dependent sulfatase, an endo-4S-iota-carrageenan sulfatase. *Mar Biotechnol*, 15, 265–274.
- Prajapati, V.D., Maheriya, P.M., Jani, G.K. and Solanki, H.K. 2014. Carrageenan: A natural seaweed polysaccharide and its applications. *Carbohydrate Polymers*, 105, 97-112.
- Price, J.F. 1997. Low fat/salt cured meat products. In A. M. Pearson & T. R. Dutson (Eds.), *Production and processing of healthy meat, poultry and fish products* (Vol. 11, pp. 242-255). USA: Blackie Academic & Professional.
- Raymundo, A., Empis, J. and Sousa, I. 1998. Method to Evaluate Foaming Performance. *Journal of Food Engineering*, 36, 445-452.
- Robe GH, Xiong YL. 1993. Dynamic rheological studies on salt-soluble proteins from three porcine muscles. *Food Hydrocoll* 7, 137-46.

- Ruusunen, M. and Puolanne, E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70 (3); 531-541.
- Saldamlı, İ. 1985. Gıda Katkı Maddeleri ve İngrediyenler. H.Ü.Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Yayınları, Ankara.
- Schults, G.W. ve Wiericki, E. 1973. Effects of sodium chloride and condensed phosphates on the water holding capacity, pH and swelling of chicken muscle. *Journal of Food Science*, 38, 991-994.
- Searby, L. 2006. Pass the salt. *International Food Ingredients*(February/ March), 6-8.
- Sikorski, Z.E. 2001. Chemical and functional properties of food proteins. CRC Press. p490, New York.
- Smith, D.M. 1988. Meat proteins: functional properties in comminuted meat products. *Food Technology*, 42 (4);116-121.
- Sun, X.D. and Holley, R.A. 2010. Factors Influencing Gel Formation by Myofibrillar Proteins in Muscle Foods. *Institute of Food Technologists*, 10, 33-51.
- Taş, T.K. 2012. Türkiye'de fonksiyonel gıdaların tüketim araştırmaları, ürün çeşitliliği ve yasal düzenlemeler. Türkiye 11. Gıda Kongresi, 18 Kasım 2012, Hatay.
- Toldra, F. 2003. Muscle food: water, structure and functionality. *Food Science Technology International*, 9 (3); 173-175.
- Totosaus, A. and Pérez-Chabela, M.L. 2009. Textural properties and microstructure of low-fat and sodium-reduced meat batters formulated with gellan gum and dicationic salts. *Food Science and Technology*, 42(2); 563-569.
- Trius, A. and Sebranek, J.G. 1996. Canageenans and their use in meat products. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.*, 36, 69-85.
- Uğuz, Ş., Soyer, A. and Dalmış, Ü. 2011. Effects of different salt contents on some quality characteristics during processing of dry-cured turkish pastırma. *Journal of Food Quality* 34, 204-211.
- Ward, F.M. and Andon, S.A. 1993. Water-soluble gums used in snack foods and cereal products. *Cereal Foods World*, 38, 748-752.
- Westphalen, A. D., Briggs, J. L., & Lonergan, S. M. (2005). Influence of pH on rheological properties of porcine myofibrillar protein during heat induced gelation. *Meat Science*, 70(2); 293-299.
- Whistler, R.L. and Daniel. J.R. 1965. Charbohydrates in food chemistry. Ed Owen R Fennema, Marcel Dekker Inc, 69-137.

- Verbeke, D., Neirinck, N., Van Der Meeren, P., Dewettinck, K. 2005. Influence of κ -carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins. *Meat Science*,70(1);161-166.
- Verma, A.K. and Banerjee, R. 2012. Low-sodium meat products: retaining salty taste for sweet health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52, 72–84.
- Vural, H. ve Öztan A. 1996. Et ve Et Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı Uygulama Kılavuzu. Hacettepe Üniv. Müh. Fak. Yayınları No: 36. Ankara, 236s.
- Vural, H. 2012. Et ürünlerinde tuz kullanımının azaltılmasına yönelik çalışmalar. Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- Xiong YL and Blanchard SP. 1993. Viscoelastic properties of myofibrillar - polysaccharide composite gels. *J Food Sci* 58, 164–7.
- Yılmaz, E.E.2013. Sosis üretiminde kullanılan farklı hidrokolloidlerin termal özellikleri ve ürün kalitesi üzerine etkileri doktora tezi, Ankara.
- Zayas,J.F. 1997. Functionality of proteins in food. Springer,367,USA.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tuğba ÜVER

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 16.07.1985

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Antalya Karatay Anadolu Lisesi (1999-2003)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
(2003-2007)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği
Anabilim Dalı (Eylül 2012-Aralık 2015)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Lider Holding (Ankara Lider Plastik) (2007-2008)

Aytaç Gıda (2008-2010)

Yayla Agro Gıda San. Ve Nakliyat Anonim Şirketi (Yayla Bakliyat) (2010-2011)

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (2011-...)